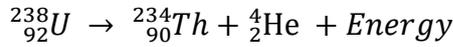
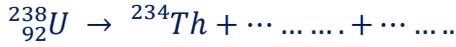


(2) تقع نواة ${}_{19}^{40}K$ تحت حزام الاستقرار.

س4. أكمل التحول النووي الآتي مبينا نوعه:



التحول من النوع ألفا

تعليل اصدار النواة المشعة للالكترونات المؤلفة للأشعة بيتا.

الجواب لأن نيوترون في النواة يتفكك ليعطي بروتونا يستقر في النواة و جسيم بيتا ينطلق خارج النواة.

تعليل اصدار النواة المشعة للبروترون.

الجواب لأن بروتون في النواة يتفكك ليعطي نيوترونا يستقر في النواة و بوزترون ينطلق خارج النواة.

س5: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. تطلق نواة عنصر مشع ${}_{90}^{232}X$ جسيم ألفا فتنتج نواة عددها الذري:

89	B	88	A
91	D	90	C

2. تتحول نواة الراديوم ${}_{88}^{226}Ra$ الى نواة الرادون ${}_{86}^{222}Rn$ عندما:

تطلق جسيم بيتا	B	تطلق جسيم ألفا	A
تأسر الكتروناً	D	تطلق بوزترون	C

3. يطرأ تحول من النمط بيتا على عنصر الثوريوم ${}_{90}^{234}Th$ فينتكون عنصر:

${}_{91}^{234}Pa$	B	${}_{88}^{226}Ra$	A
${}_{89}^{228}Ac$	D	${}_{92}^{238}U$	C

4. تطلق نواة عنصر مشع ${}_{Z}^AX$ جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:

$\begin{matrix} A-4 \\ Z-2 \end{matrix} Y$	B	$\begin{matrix} A-4 \\ Z-3 \end{matrix} Y$	A
$\begin{matrix} A-4 \\ Z-1 \end{matrix} Y$	D	$\begin{matrix} A-4 \\ Z+3 \end{matrix} Y$	C

5. تتحول نواة الكربون ${}_{6}^{14}C$ إلى نواة النتروجين ${}_{7}^{14}N$ وتطلق عندئذ:

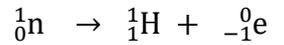
بوزترون	B	نيوترون	A
جسيم بيتا	D	جسيم ألفا	C

أولاً: التحولات النووية:

الجسيمات الأولية " للحفظ "	
${}_{1}^1P$ أو ${}_{1}^1H$	البروتون
${}_{0}^1n$	النيوترون
${}_{2}^4\alpha$ أو ${}_{2}^4He$	الجسيم ألفا
${}_{-1}^0e$ أو ${}_{-1}^0\beta$	الجسيم بيتا
${}_{+1}^0e$ أو ${}_{+1}^0\beta$	البوزترون

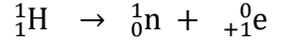
1. تحول من النوع بيتا: يحدث في النوى التي تقع فوق حزام

الاستقرار نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون وفق المعادلة الآتية:



2. تحول من النوع بوزيترون: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام

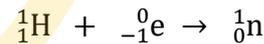
الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون وفق المعادلة الآتية:



3 الأسر الإلكتروني: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام

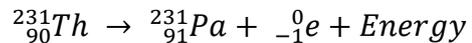
الاستقرار، ولا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تنلقت

النواة إلكترونات من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط ببروتون فيشكل نيوترون وفق المعادلة الآتية



س1. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تحول نواة الثوريوم

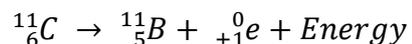
${}_{90}^{231}Th$ الى نواة البروتكتينيوم ${}_{91}^{231}Pa$ ، ما نوع هذا التحول، أين تقع نواة ${}_{90}^{231}Th$ بالنسبة لحزام الاستقرار.



التحول من النوع بيتا، تقع نواة ${}_{90}^{231}Th$ فوق حزام الاستقرار.

س2. تطلق نواة الكربون المشع ${}_{6}^{11}C$ بوزترون لتتحول الى نواة

البور B، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تحول هذا التحول، أين تقع نواة ${}_{6}^{11}C$ بالنسبة لحزام الاستقرار.



التحول من النوع بوزترون، نواة ${}_{6}^{11}C$ تقع تحت حزام الاستقرار.

س3. تأسر نواة نظير البوتاسيوم المشع ${}_{19}^{40}K$ احد الكترونات ذرتها

لتتحول الى نواة الأرغون Ar، المطلوب:

1. اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول.

2. أين تقع نواة ${}_{19}^{40}K$ بالنسبة لحزام الاستقرار.

جدول مقارنة جسيمات ألفا وبيتا وأشعة غاما:

الرمز	ألفا	بيتا	غاما
	${}^4_2\text{He}$	${}^0_{-1}\text{e}$	γ
الطبيعية	تطابق نوى الهليوم	الكترونات عالية السرعة	أمواج كهرومغناطيسية
الشحنة	شحنتين موجبتين	سالبة	لا تحمل شحنة
الكتلة	أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	تساوي كتلة الإلكترون	ليس لها كتلة
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	أكبر من نفوذية ألفا	عالية النفوذية
القدرة على التأيين	لها قدرة على التأيين	أقل من قدرة ألفا	أقل من قدرة بيتا
التأثر بالحقل الكهربائي	تتحرف نحو اللبوس السالب لمكتفة مشحونة	تتحرف نحو اللبوس الموجب	لا تتحرف
التأثر بالحقل المغناطيسي	تتحرف بالحقل المغناطيسي	تتحرف	لا تتحرف
السرعة	0.05 C	0.9 C	C سرعة الضوء

س6. قارن بين جسيمات ألفا وبيتا وأشعة غاما من حيث: النفوذية – القدرة على التأيين – السرعة.

من الجدول السابق.

س7. قارن بين الجسيم بيتا والبوزترون من حيث: التأثر بالحقل الكهربائي – موقع النواة المطلقة له بالنسبة لحزام الاستقرار.

بيتا: ينحرف نحو اللبوس الموجب لأن شحنته سالبة، تقع النواة المصدرة له فوق حزام الاستقرار.

البوزترون: ينحرف نحو اللبوس السالب لأن شحنته موجبة، تقع النواة المصدرة له تحت حزام الاستقرار.

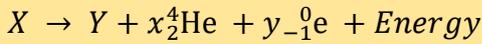
س8: رتب جسيمات ألفا وبيتا وأشعة غاما حسب تناقص سرعة انتشارها في الخلاء

غاما ← بيتا ← ألفا

سلاسل النشاط الإشعاعي: السلاسل الإشعاعية المعروفة في الطبيعة 3 سلاسل تبدأ بعناصر مشعة ثقيلة (اليورانيوم – الثوريوم) و تنتهي بأحد نظائر عنصر الرصاص Pb .

طريقة حل مسائل سلاسل النشاط الإشعاعي:

في مسائل سلاسل النشاط الإشعاعي فإنه عندما تتحول نواة X الى نواة Y وفق سلسلة نشاط إشعاعي ويطلب إيجاد عدد التحولات ألفا و عدد التحولات بيتا فإننا نكتب معادلة من الشكل:



ثم نوجد x و y بالاعتماد على انحفاظ الأعداد الكتلية و الذرية.

المسألة (1) تتحول نواة الثوريوم المشع ${}^{232}_{90}\text{Th}$ إلى نواة الرصاص المستقر ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ وفق سلسلة نشاط إشعاعي، المطلوب

- احسب عدد التحولات من النوع ألفا، وعدد التحولات من النوع بيتا التي يقوم بها الثوريوم حتى يستقر.
- اكتب المعادلة النووية الكلية المعبرة عن التحول السابق.

ثانياً: طاقة الارتباط:

تحتسب الطاقة المنتشرة من العلاقة: $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$
 ΔE : الطاقة، واحدها J
 Δm : النقص في الكتلة واحدها kg
 c : سرعة انتشار الضوء في الخلاء، واحدها $m \cdot s^{-1}$

ملاحظات مسائل طاقة الارتباط:

1. لحساب الطاقة المنتشرة عند تشكل النواة، او الطاقة التي تشعها الشمس نستخدم القانون $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$.

2. لحساب طاقة الارتباط النووية، نوجد الطاقة المنتشرة ثم:
 $\Delta E_{\text{منتشرة}} = -\Delta E_{\text{ارتباط}}$

3. لحساب مقدار النقص في الكتلة:

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \quad \text{أو} \quad \Delta m = m_{\text{مكونات}} - m_{\text{نواة}}$$

و لحساب النقص في الكتلة خلال زمن t فإن: $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \times t$
 حيث t بالثانية و ΔE الطاقة المنتشرة خلال ثانية واحدة

مع الانتباه الى أن الطاقة المنتشرة و Δm ستكون سالبة، بينما طاقة الارتباط موجبة.

المسألة (4) تتحول نواة اليود المشع $^{131}_{53}I$ إلى نواة الكزنيون Xe مطلقاً جسيم بيتا، عند معالجة مرضى سرطان الغدة الدرقية بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع المستخدم 8 days المطلوب:

1. اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.
2. احسب الكمية المتبقية من 2 mg لليود المشع بعد 24 days, وما هي الكمية المتفككة من اليود بعد هذه المدة.

رابعاً: التفاعلات النووية:

1. تفاعلات الالتقاط: تحدث عندما تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم، عادة يكون الجسيم المقذوف هو نيوترون



2. تفاعلات التطاير: تحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقاً جسيم آخر.



3. تفاعلات الانشطار: وفيه تنشطر النواة المقذوفة إلى نواتين متوسطتي الكتلة، ويرافق ذلك انطلاق جسيمات.



4. تفاعلات الاندماج: تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتتشكل نواة أثقل.

علل: الطاقة الهائلة الناتجة عن تفاعل الاندماج.

بسبب النقص في الكتلة

علل: النيوترون أفضل قذيفة نووية.

لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.

س11. عند قذف نواة النتروجين $^{14}_7N$ بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الأكسجين $^{17}_8O$ مطلقاً بروتون في تفاعل من النوع

A	التقاط	B	تطاير
C	انشطار	D	اندماج

س12. تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع

A	انشطار	B	تطاير
C	التقاط	D	اندماج

علل كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها فيما لو كانت حرة.

هذا النقصان في الكتلة يتحول إلى طاقة منتشرة تعطى بالعلاقة

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

المسألة (2): إذا علمت أن الشمس تشع طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} \text{ J}$ في كل ثانية علماً أن $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

المطلوب:

1. احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 3 min .

المسألة (3): تنقص كتلة نواة الأكسجين $^{16}_8O$ عن مكوناتها

وهي حرة بمقدار $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27} \text{ kg}$ احسب طاقة الارتباط لهذه النواة.

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1})$$

ثالثاً: عمر النصف لعنصر مشع:

يتعلق عمر النصف بنوع العنصر المشع فقط.

ملاحظات مسائل عمر النصف:

1. عندما يطلب عمر النصف أو الزمن الكلي \Leftarrow نكتب المخطط و نستخرج منه عدد مرات التكرار n ثم نطبق القانون.

2. عندما تطلب الكمية المتبقية أو عدد النوى الابتدائية \Leftarrow نطبق القانون $t_{1/2} = \frac{t}{n}$ لإيجاد n ثم نكتب المخطط.

3. لإيجاد النسبة (أو عدد النوى) المتفككة، نوجد عدد النوى المتبقية (كما في الملاحظة 2) ثم:

$$N_{\text{متبقية}} = N_{\text{ابتدائية}} - N_{\text{متفككة}}$$

4. في مسائل عمر النصف لا نحول الزمن للثانية، وإنما نتقيد بالزمن المذكور في نص المسألة (ثانية، يوم، سنة ...)

س9. يبلغ عدد النوى المشعة في عنصر مشع 16×10^5 و بعد زمن 72 يوم يصبح العدد 2×10^5 نواة، فيكون عمر النصف لهذا العنصر المشع:

A	18 days	B	24 days
C	144 days	D	36 days

س10. يبلغ عمر النصف لمادة مشعة $t_{1/2} = 8 \text{ s}$ فإن نسبة ما يتفكك منها بعد $t = 32 \text{ s}$:

A	$\frac{1}{16}$	B	$\frac{1}{8}$
C	$\frac{15}{16}$	D	$\frac{7}{8}$

الحجم يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة (التي واحدتها الكلفن) عند ثبات الضغط

قانون غاي-لوساك: العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته

قانون غاي-لوساك

$$\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

العلاقة
الرياضية

الضغط يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة عند ثبات الحجم

قانون أفوغادرو:

قانون أفوغادرو

$$\frac{V}{n} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

العلاقة
الرياضية

و ذلك من أجل غازين عند نفس الشروط من الضغط و الحرارة.
نعرف الحجم المولي لغاز بالعلاقة:

$$V_{mol} = \frac{V}{n}$$

من أجل الشرطين النظاميين $V = 22,4 \times n$

قانون الغازات العام:

قانون الغازات العام

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

وبالتالي من أجل عينة غازية تحوي n مول فإن:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

العلاقة
الرياضية

الوحدات والتحويلات الأساسية:

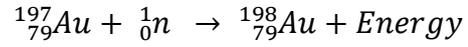
الجملة الدولية	الجملة الهجينة
الضغط: pa	الضغط: atm
الحجم: m^3	الحجم: L
درجة الحرارة: K	درجة الحرارة: K
$R = 8.314$	$R = 0.082$

التحويلات

الضغط: pa الى atm	(نضرب بـ 10^{-5})
الحجم: m^3 الى L	(نضرب بـ 10^3)
الحجم: ml الى L	(نضرب بـ 10^{-3})
درجة الحرارة: درجة مئوية الى K	(نضيف 273)

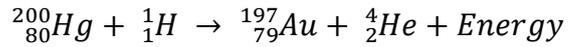
س13. اكتب المعادلات المعبرة عن التفاعلات النووية الآتية محدداً نوع التفاعل:

1. قذف نواة الذهب النظير غير المشع $^{197}_{79}\text{Au}$ بنيوترون لتتحول إلى نواة الذهب النظير المشع



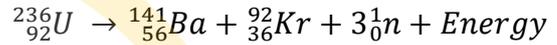
النوع: التقاط

2. قذف نواة الزئبق $^{200}_{80}\text{Hg}$ ببروتون لتتحول إلى نواة الذهب Au مطلقاً جسيم ألفا



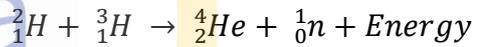
النوع: تطاير

3. انشطار نواة اليورانيوم $^{236}_{92}\text{U}$ لتعطي نواة الباريوم $^{141}_{56}\text{Ba}$ و نواة الكريبتون Kr مع انطلاق ثلاثة نيوترونات سريعة،



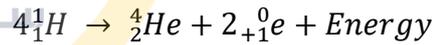
النوع: انشطار

4. اندماج نواتا نظيري الهيدروجين الديتريوم ${}^2_1\text{H}$ والتريتيوم ${}^3_1\text{H}$ لينتج نواة الهليوم ونيوترون



النوع: اندماج

5. اندماج أربعة بروتونات لينتج نظير الهليوم و بوزترونات،



النوع: اندماج

الدرس الثاني: الغازات

أولاً: قوانين الغازات:

قانون بويل: العلاقة بين حجم الغاز وضغطه

قانون بويل	العلاقة الرياضية
$P \cdot V = \text{const}$	
$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$	
الضغط يتناسب عكساً مع الحجم عند ثبات درجة الحرارة	

قانون شارل: العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته

قانون شارل	العلاقة الرياضية
$\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	

ملاحظات لحل المسائل:

1. الشرطين النظاميين: هما الضغط 1 atm و درجة الحرارة 273 K و يكون عندئذ حجم المول الواحد من أي غاز هو 22.4 L

2. لحساب عدد المولات:

(1) من المعادلة و السطرين (مثل مسائل الصف التاسع)

أو $n = \frac{m}{M}$ حيث m كتلة المادة و M الكتلة المولية

(3) لحساب عدد جزيئات الغاز $N = n \cdot N_A$ حيث N عدد الجزيئات و $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ عدد أفوغادرو

(4) الحجم المولي لغاز: $V_{mol} = \frac{V}{n}$

(5) قانون الغازات العام: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

ثانياً: المزيج الغازي:

س2. استنتج العلاقة المعبرة عن كثافة الغاز بدلالة الضغط و درجة الحرارة.

نطبق قانون الغازات العام:

$$P \cdot V = nRT$$

$$P \cdot V = \frac{m}{M} RT \quad \text{لدينا: } n = \frac{m}{M} \quad \text{نعوض:}$$

$$P \cdot M = \frac{m}{V} RT$$

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{لدينا:}$$

$$P \cdot M = d \cdot R \cdot T$$

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

ومنه:

نتائج: 1. تزداد كثافة عينة غازية عند: زيادة الضغط - نقصان درجة الحرارة - نقصان الحجم.

2. من أجل غازين لهما نفس عدد المولات و الضغط و

الحرارة فإنه إذا كانت: $M_1 < M_2$ فإن $d_1 < d_2$

للمسائل: تحسب كثافة الغاز بإحدى العلاقتين:

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{أو} \quad d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

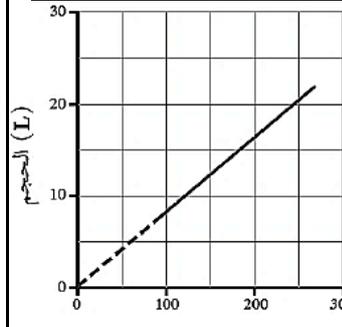
قانون دالتون: الضغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له. و يعبر عنه بالعلاقة:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

س1. اختر الإجابة الصحيحة:

1. تشغل عينة غازية حجماً قدره $V_1 = 0.9 \text{ L}$ عند الدرجة $t_1 = 57 \text{ C}$ تسخن العينة الى الدرجة $t_2 = 167 \text{ C}$ مع بقاء الضغط ثابتاً فيصبح حجم هذه العينة V_2 مساوياً:

0.6 L	B	1.2 L	A
2.7 L	D	0.7 L	C



2. يمثل الشكل البياني المجاور تغير حجم عينة غازية بدلالة درجة الحرارة عند ضغط ثابت، بالاعتماد على هذا الخط البياني فإن قيمة الحجم عند الدرجة 227 C تساوي:

40 L	B	20 L	A
60 L	D	50 L	C

3. يحتوي مكبس على غاز حجمه 200 mL عند الضغط 1 atm فإذا ازداد الضغط الى 4 atm مع بقاء درجة الحرارة ثابتة يصبح حجم الغاز مساوياً:

50 mL	B	800 mL	A
0.02 mL	D	0.05 mL	C

4. تبلغ قيمة ضغط عينة غازية في وعاء مغلق 0.36 atm عند الدرجة 27 C تسخن العينة الى الدرجة 327 C مع بقاء الحجم ثابتاً فيصبح ضغط هذه العينة:

0.24 atm	B	0.48 atm	A
0.72 atm	D	0.18 atm	C

5. يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

زيادة حجم الوعاء	B	زيادة عدد الجزيئات	A
نقصان درجة الحرارة	D	تغيير نوع الغاز.	C

6. أكبر قيمة لضغط الغاز بثبات درجة الحرارة في وعاء إذا كان:

حجم 22.4 L يحوي واحد من الغاز	B	حجم 22.4 L يحوي مولين من الغاز	A
حجم 11.2 L يحوي مول واحد من الغاز	D	حجم 11.2 L يحوي مولين من الغاز	C

7. عينة من غاز الهيدروجين حجمها عند في الشرطين النظاميين

6.72 L فيكون عدد مولاتها:

0.3 mol	B	0.2 mol	A
0.5 mol	D	0.4 mol	C

$$P_{O_2} \leftarrow P_{H_2} \leftarrow P_{He} \text{ ومنه الترتيب:}$$

قانون غراهام: نسبة سرعتي انتشار غازين في وسط ضمن الشروط نفسها من ضغط ودرجة الحرارة تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لنسبة كتلتيهما المولية، ويعبر عنه بالعلاقة:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

v_1 سرعة انتشار الغاز الأول M_1 , الكتلة المولية للغاز الأول.
 v_2 سرعة انتشار الغاز الثاني M_2 , الكتلة المولية للغاز الثاني.

س3: استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج مكون من ثلاثة غازات مختلفة بثبات درجة الحرارة والحجم.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 \text{ نطبق قانون دالتون:}$$

يعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام بالعلاقة:

$$P_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{V}$$

نعوض في قانون دالتون:

$$P_t = \frac{n_1 \cdot R \cdot T}{V} + \frac{n_2 \cdot R \cdot T}{V} + \frac{n_3 \cdot R \cdot T}{V}$$

$$P_t = (n_1 + n_2 + n_3) \frac{R \cdot T}{V}$$

$$n_t = n_1 + n_2 + n_3 \text{ لدينا:}$$

$$P_t = \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V} \text{ ومنه:}$$

س4: استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

$$P_i = n_i \cdot \frac{RT}{V} \text{ الضغط الجزئي للغاز:}$$

$$P_t = n_t \cdot \frac{RT}{V} \text{ الضغط الكلي للمزيج:}$$

$$\frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i \cdot \frac{RT}{V}}{n_t \cdot \frac{RT}{V}} \text{ لناخذ النسبة:}$$

$$\frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i}{n_t} \text{ ومنه:}$$

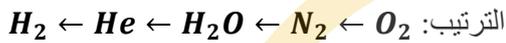
$$X_i = \frac{n_i}{n_t} \text{ لدينا قانون الكسر المولي}$$

$$P_i = X_i \cdot P_t \text{ فيكون: } \frac{P_i}{P_t} = X_i \text{ وبالتالي:}$$

س(6): لتكن لدينا الغازات الآتية عند نفس الشروط من الضغط و



a. رتب الغازات حسب تزايد سرعة انتشارها. مغللاً اجابتك.



لان السرعة تزداد مع تناقص الكتلة الجزيئية للغاز وذلك حسب قانون

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \text{ غراهام}$$

$$M_{O_2} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{N_2} = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{H_2O} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{He} = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{H_2} = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

b. احسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين الى سرعة انتشار



$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{32}{2}}$$

نعوض

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{16} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 4 \rightarrow v_1 = 4v_2$$

س(5) يحوي وعاء مغلق حجمه V على 2 g من غاز الهيدروجين و 8 g من غاز الهليوم و 16 g من غاز الاكسجين، رتب هذه الغازات حسب تناقص الضغط الجزئي، علماً أن:



يتناسب الضغط الجزئي لغاز في مزيج طرداً مع عدد مولات الغاز

$$P_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{V}$$

$$n_{H_2} = \frac{m}{M} = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = \frac{m}{M} = \frac{16}{32} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n_{He} = \frac{m}{M} = \frac{8}{4} = 2 \text{ mol}$$

س8. احسب الضغط الجزئي لغاز A, إذا علمت أن نسبته 75% من مجمل الغازات في وعاء حيث الضغط الكلي 2 atm .

$$X_A = \frac{P_A}{P_t}$$

$$P_A = X_A \cdot P_t$$

$$P_A = \frac{75}{100} \times 2 = 1.5 \text{ atm}$$

س7. اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. عندما يزداد الضغط المطبق على الغاز مع ثبات درجة الحرارة فإن حجمه ينقص.

حسب قانون بويل : $P \cdot V = \text{const}$ فإن الضغط يتناسب عكساً مع الحجم عند ثبات درجة الحرارة.

2. ارتفاع المنطاد عند تسخين الغاز الموجود داخله.

عند تسخين غاز المنطاد فإن كثافته تنقص, حيث تتناسب الكثافة عكساً مع درجة الحرارة $d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$ وبالتالي تصبح كثافة غاز المنطاد اقل من كثافة الهواء الخارجي فيرتفع نحو الأعلى.

3. عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة, لاحظ انتشار الرائحة في كامل أرجاء الغرفة.

تنتشر الغازات في كل الاتجاهات بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتما الحيز الذي توجد فيه بشكل متجانس

4. سرعة انتشار غاز النشادر أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهيدروجين, علماً أن (N:14 H:1)

حسب قانون غراهام $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ السرعة تتناسب عكساً مع الجذر

التربيعي للكتلة الجزيئية والكتلة الجزيئية للنشادر أصغر من الكتلة الجزيئية لغاز كلور الهيدروجين.

5. يهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز

بسبب تباعد الجزيئات.

المسألة (4): لدينا وعاء حجمه 400 لتر يحوي 48 g من غاز الميثان و 10 g من غاز الهيدروجين و 56 g من غاز النيتروجين عند درجة الحرارة 127 C المطلوب حساب:

1. الضغط الكلي للمزيج.

2. الضغط الجزئي لغاز النيتروجين في المزيج.

3. كثافة غاز الهيدروجين في هذا الوعاء.

4. الكسر المولي لغاز الميثان في المزيج.

$$(R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \text{ H:1 N:14 C:12})$$

المسألة (5): يملء وعاء حجمه 16.4 L بغاز الايثان C_2H_6 بحيث يصبح ضغطه 1 atm عند درجة الحرارة 27 C ثم نقوم بإضافة غاز الأرغون Ar للحصول على مزيج غازي بنسبة 20% إيثان و 80% أرغون, المطلوب:

1. عدد مولات الايثان.

2. كتلة الأرغون في المزيج.

3. الضغط الكلي للمزيج في الوعاء.

$$(R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \text{ H:1 Ar:40})$$

المسألة (6): يتفاعل 5.1 g من غاز النشادر مع 3.65 g من غاز كلوريد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 3 L عند درجة حرارة 27 C المطلوب:

1. اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.

2. بين بالحساب ما هو الغاز المتبقي بعد انتهاء التفاعل.

3. احسب الضغط الكلي في الوعاء عند انتهاء التفاعل.

(يهمل حجم المادة الصلبة المتشكلة)

$$H:1 \quad N:14 \quad Cl:35.5$$

ملاحظات لحل مسائل المزيج الغازي:

1. لحساب الضغط الكلي:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad \text{أو} \quad P_t = \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V}$$

2. لحساب الضغط الجزئي لأحد مكونات المزيج:

$$P_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{V}$$

حيث P_i الضغط الجزئي للغاز و n_i عدد مولاته.

3. لحساب الكسر المولي لأحد مكونات المزيج:

$$X_i = \frac{P_i}{P_t} \quad \text{أو} \quad X_i = \frac{n_i}{n_t}$$

4. عندما نعطي نسبة غاز في مزيج غازي فإن هذه النسبة تمثل الكسر المولي للغاز.

الدرس الثالث: سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً: السرعة الوسطية للتفاعل

هي معدل التغير في تركيز احدى المواد المتفاعلة أو الناتجة مع مرور الزمن.

ملاحظات لأسئلة السرعة الوسطية:

1. عندما نعطي تغير تركيز مادة خلال زمن Δt فإننا نقوم بحساب السرعة الوسطية باستخدام العلاقة:

$$v_{avg} = \frac{-\Delta C}{\Delta t} \quad \text{لاستهلاك مادة متفاعلة}$$

$$v_{avg} = \frac{+\Delta C}{\Delta t} \quad \text{لتشكل مادة ناتجة}$$

2. نستخدم علاقة السرعة الوسطية للتفاعل (التي تربط بين السرعات الوسطية لجميع المواد) لحساب السرعة الوسطية للتفاعل أو حساب السرعة الوسطية لإحدى المواد عندما تكون السرعة الوسطية لمادة أخرى معلومة.

3. v_{avg} موجبة دوماً

س1. يتفاعل غاز الهيدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة:



a. اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الكلور.
b. اكتب العلاقة بين السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الهيدروجين والسرعة الوسطية لتشكل غاز كلور الهيدروجين.

$$a) v_{avg} (Cl_2) = \frac{-\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$$

$$b) v_{avg} (H_2) = \frac{v_{avg} (HCl)}{2}$$

س2. قيمة السرعة الوسطية لتكون المادة C تساوي

$0.15 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بوحدة $\text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ في التفاعل الآتي:



0.075	B	0.1	A
0.3	D	0.15	C

س3. يتفكك NO_2 وفق التفاعل $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ فإذا علمت أن تركيز NO_2 يتغير من $0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ إلى

$0.0064 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ خلال 100 s فتكون السرعة الوسطية لتشكل الاكسجين مقدرة بوحدة $\text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$

6.8×10^{-5}	B	3.4×10^{-5}	A
1.8×10^{-5}	D	3.4×10^{-3}	C

ثانياً: آلية حدوث التفاعل الكيميائي:

س4: تعتمد نظرية التصادمات على فرضيتين رئيسيتين ما هما ومتى نقول عن التصادم أنه فعال؟

1. لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة مع بعضها .
2. التصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل، لأنه يوجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة شروط التصادم الفعال:
 - * أن تأخذ الجزيئات المتصادمة وضعاً فراغياً مناسباً.
 - * أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حداً أدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط)

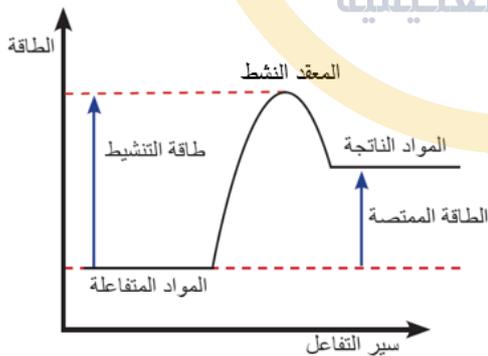
س5: تتعلق طاقة التنشيط لتفاعل كيميائي بـ :

A	درجة الحرارة	B	طبيعة المواد المتفاعلة
C	الضغط	D	تركيز المواد المتفاعلة

س6: ما هي المراحل التي تمر بها التفاعلات التي تحتاج لطاقة تنشيط.

- 1) إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
- 2) تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعدل النشط.
- 3) تفكك المعدل النشط، وتشكل النواتج.

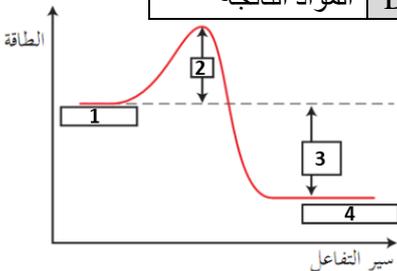
س7: ارسم المنحنى البياني لتغيرات الطاقة الكامنة بدلالة سير التفاعل لتفاعل ماص للحرارة، موضحاً عليه مراحل حدوث التفاعل وطاقة التنشيط والطاقة الممتصة.



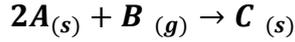
س8: يبين المخطط المجاور تغير الطاقة خلال مراحل حدوث التفاعل:

فإن الرقم (3) في الشكل يشير الى:

A	طاقة التنشيط	B	الطاقة المنتشرة
C	الطاقة الممتصة	D	المواد الناتجة

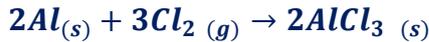


احدى الطرق الآتية تخفض سرعة التفاعل الآتي:



A	رفع درجة الحرارة	B	تحويل Al الى قطع صغيرة
C	زيادة حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل	D	انقاص حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل

س12. ليكن لدينا التفاعل الاولي الممثل بالمعادلة الآتية:



1. اكتب عبارة السرعة اللحظية لهذا التفاعل, وحدد رتبته.

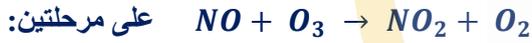
$$v = k [Cl_2]^3$$

الرتبة: الثالثة

2. اقترح الطرائق الممكنة لزيادة سرعة هذا التفاعل.

1. زيادة تركيز Cl_2
2. تحويل Al الى قطع صغيرة.
3. رفع درجة الحرارة.
4. إضافة حفاز مناسب.

س13: يحدث التفاعل الغازي الآتي في الغلاف الجوي



المرحلة الأولى (التفاعل البطيء): $O_3 \rightarrow O_2 + O^{\cdot}$

المرحلة الثانية (التفاعل السريع): $NO + O^{\cdot} \rightarrow NO_2$

1. هل التفاعل اولي أم غير أولي.
2. اكتب قانون السرعة اللحظية للتفاعل.
3. ما رتبة هذا التفاعل.

(1) التفاعل غير أولي, وذلك لأنه يتم على عدة مراحل.

(2) قانون السرعة اللحظية هو قانون المرحلة الأبطأ:

$$v = k[O_3]$$

(3) الرتبة: الأولى

س14. التفاعل الأولي $A(g) + nB(g) \rightarrow 2C(g)$ من الرتبة

الثالثة و بالتالي فإن قيمة n :

A	1	B	2
C	3	D	4

السرعة اللحظية ورتبة التفاعل:

من اجل التفاعل الأولي: نواتج $mA + nB \rightarrow$

$$v = K [A]^m . [B]^n$$

K: ثابت سرعة التفاعل و تعتمد قيمته على طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.

نعتبر أن ثابت سرعة التفاعل ليس له واحدة.

تراكيز المواد الصلبة و السائلة (المحل) لا تدخل في عبارة قانون سرعة التفاعل.

س9. يتعلق k ثابت سرعة التفاعل الكيميائي ب :

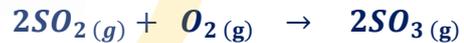
A	درجة الحرارة والضغط	B	طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة
C	طبيعة المواد المتفاعلة وتراكيزها	D	تراكيز المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة

س10. تم زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التفاعل (نواتج $A + B \rightarrow$) ولم تتغير سرعة التفاعل, فتكون عبارة سرعة التفاعل.

A	$v = k . [A]$	B	$v = k . [A] . [B]$
C	$v = k$	D	$v = k . [B]$

رتبة التفاعل: مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.

س11: لديك التفاعل الأولي الآتي:



اكتب عبارة السرعة اللحظية لهذا التفاعل وحدد رتبته.

$$v = k [SO_2]^2 . [O_2]$$

الرتبة: الثالثة

زيادة سرعة تفاعل كيميائي:

لزيادة سرعة تفاعل كيميائي يمكن تطبيق الطرائق الآتية:

1. رفع درجة الحرارة.
2. من أجل المواد المتفاعلة الغازية (g) أو المنحلة (aq) ← زيادة التركيز.
3. من أجل المواد المتفاعلة الصلبة (s) ← تفتيت المادة الى قطع صغيرة و ذلك لزيادة السطح المعرض للتفاعل.
4. إضافة حفاز مناسب.

س. يقتصر دور الحفاز على زيادة سرعة التفاعل القابل للحدوث وبالتالي:

A	يرفع طاقة التنشيط	B	يخفض طاقة التنشيط
C	لا يؤثر على طاقة التنشيط	D	يعدم طاقة التنشيط

مسائل سرعة التفاعل:

النوع الأول: إيجاد قانون السرعة ورتبة التفاعل

المسألة (1) يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:

$A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ وقد قيست السرعة الابتدائية لهذا التفاعل بدلالة تراكيز المواد المتفاعلة وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

رقم التجربة	[A] $mol.L^{-1}$	[B] $mol.L^{-1}$	السرعة $mol.L^{-1}.s^{-1}$
1	0.1	0.1	3×10^{-3}
2	0.2	0.1	12×10^{-3}
3	0.2	0.2	12×10^{-3}

- أوجد علاقة سرعة التفاعل اللحظية، ثم استنتج رتبة التفاعل.
- هل هذا التفاعل أولي أم غير أولي، علل اجابتك.
- احسب قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل.
- احسب سرعة التفاعل عندما $[A] = [B] = 0.4 mol.L^{-1}$

النوع الثاني: مسائل 3 سطور

ملاحظات الحل: نستخدم ما يدعى (3 سطور) عندما يطلب حساب تركيز احدى المواد أو سرعة التفاعل بعد زمن (يتفاعل أو ينقص تركيز مادة متفاعلة أو يصبح تركيز مادة من المواد الناتجة كذا)

مع الانتباه إلى أن: ينقص أو يتفاعل \Leftarrow السطر الثانييصبح \Leftarrow السطر الثالث

دوماً بعد إيجاد x نعوض في السطر الثالث

المسألة (2) يحدث التفاعل الأولي الآتي في شروط مناسبة:

فإذا كانت التراكيز الابتدائية: $[B] = 0.2 mol.l^{-1}$ وثابت سرعة التفاعل $k = 10^{-2}$ والسرعة الابتدائية للتفاعل $0.32 \times 10^{-3} mol.L^{-1}.s^{-1}$

المطلوب حساب:

- التركيز الابتدائي للمادة A.
- تركيز المادة C بعد زمن يتفاعل فيه 25% من المادة B.
- سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه تركيز المادة A مساوياً نصف تركيزها الابتدائي.

س15. أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط عالية تميل إلى أن تكون بطيئة.

لأن عدد الجزيئات التي تملك الحد الأدنى من الطاقة الكافية لحدوث التفاعل يكون قليلاً.

2. التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط صغيرة تميل إلى أن تكون سريعة.

لأن عدد الجزيئات التي تملك الحد الأدنى من الطاقة الكافية لحدوث التفاعل يكون كبيراً.

3. يحترق البوتان C_4H_{10} بسرعة أكبر من احتراق الاوكتان C_8H_{18} في الشروط ذاتها.

لأن عدد الروابط C-C و C-H في البوتان أقل منها في الأوكتان و بالتالي احتراق البوتان أسرع.

4. تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التفاعل.

لأن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط، فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

5. إضافة حفاز مناسب تسرع التفاعل الكيميائي.

يعمل الحفاز على تغيير آلية حدوث التفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقل من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي.

6. احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة.

لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المماثلة بالكتلة

7. المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت.

لأن تغيير عدد المولات يؤدي لتغيير الحجم، والعكس صحيح، فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التركيز) ثابتة.

8. تزداد سرعة التفاعلات المتجانسة بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة

. لأنه بزيادة التركيز يزداد عدد التصادمات الفعالة بين دقائق المواد المتفاعلة.

س16. من أجل التفاعل الأولي الآتي: نواتج $3A + B \rightarrow$ إذا ازداد تركيز المادة A مثلي ماكان عليه فإن سرعة التفاعل:

A	تزداد أربع مرات	B	تزداد ثماني مرات
C	تزداد مرتين	D	لا تتأثر سرعة التفاعل

س17. من أجل التفاعل الأولي الآتي: نواتج $A + 2B \rightarrow$ تبلغ قيمة السرعة الابتدائية $64 \times 10^{-3} mol.L^{-1}.s^{-1}$ فإذا ازداد حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل إلى ضعف ما كان عليه فإن سرعة التفاعل الابتدائية بوحدة $mol.L^{-1}.s^{-1}$ تصبح:

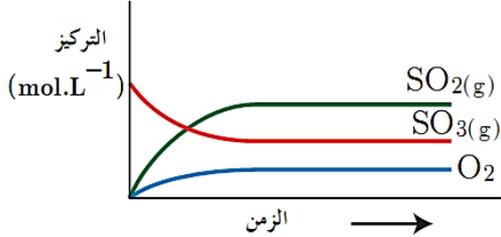
A	56×10^{-3}	B	16×10^{-3}
C	512×10^{-3}	D	8×10^{-3}

مسائل المزوج:

$$K_c = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

عند مزج مادتين A و B مثلاً فإنه يجب قبل البدء بالحل إيجاد الحجم و التراكيز بعد المزج التي هي التراكيز الابتدائية للتفاعل : الحجم الجديد هو: $V' = V_A + V_B$ التراكيز بعد المزج تحسب من القانون: $C' = \frac{n}{V'} = \frac{C \cdot V}{V'}$

س2: لديك الخط البياني المجاور والذي يمثل تفاعل كيميائي متوازن, المطلوب:



1. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل.

2. اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل.

3. استنتج العلاقة التي تربط بين ثابت التوازن بدلالة التراكيز وثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية لهذا التفاعل.



$$K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2} \quad (2)$$

(3)

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \quad \Delta n = 3 - 2 = +1$$

$$\rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)$$

الدرس الرابع: التوازن الكيميائي

أولاً: ثوابت التوازن K_c و K_p :

س1. لديك التفاعل الغازي المتوازن الآتي :



استنتج عبارة ثابت التوازن K_c .

سرعة التفاعل المباشر:

$$v_1 = k_1 [A]^m [B]^n$$

سرعة التفاعل العكسي:

$$v_2 = k_2 [C]^p [D]^q$$

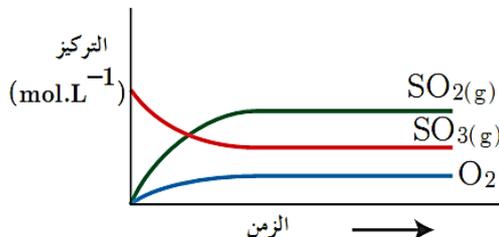
عند التوازن:

$$k_2 [C]^p [D]^q = k_1 [A]^m [B]^n \leftarrow v_1 = v_2$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

النسبة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت نرمز له بـ K_c

س3. يمثل الشكل المجاور تفاعلاً متوازناً فتكون العلاقة التي تربط ثابت التوازن بدلالة التراكيز بثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية:



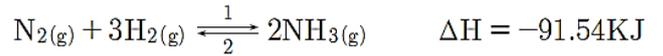
$K_c = K_p \cdot (RT)^{-1}$	B	$K_c = K_p \cdot (RT)$	A
$K_p = K_c \cdot (RT)^{-1}$	D	$K_p = K_c \cdot (RT)^2$	C

ثانياً: العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

(1) تراكيز المواد (2) الضغط (3) درجة الحرارة (4) الحفز

مبدأ لوشاتوليه: إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل: درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط ... انزاح التوازن في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغيير.

س4: أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كمية النشادر في التفاعل المتوازن الآتي:



A	زيادة درجة الحرارة	B	خفض كمية N_2
C	زيادة الضغط الكلي	D	إضافة حفاز.

ملاحظات:

1. ان تغيير تراكيز المواد المتفاعلة أو الناتجة أو تغيير الضغط لا يؤثر على قيمة ثابت التوازن، وذلك لأن قيمته تتعلق بدرجة الحرارة فقط.

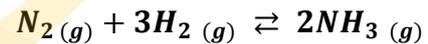
2. إذا كان عدد جزيئات الغاز متساوياً في طرفي المعادلة فلا يؤثر تغيير الضغط على التوازن.

3. قيمة K_C ، K_P لا تتغير إلا بتغيير درجة الحرارة.

4. عند تساوي عدد المولات الغازية في الطرفين $K_C = K_P$

5. نعتبر أن K_C ، K_P ليس لهما واحدة.

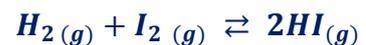
س5: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



فإن قيمة ثابت التوازن لهذا التفاعل تتغير إذا:

A	تغيرت التراكيز	B	تغير الضغط
C	تغيرت درجة الحرارة	D	اضيف حفاز

س6: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



(a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية لهذا التفاعل.

$$K_p = \frac{P_{HI}^2}{P_{H_2} \cdot P_{I_2}}$$

(b) اقترح طريقة واحدة لزيادة كمية HI .

زيادة كمية H_2 المتفاعلة أو زيادة كمية I_2 المتفاعلة

(c) هل تؤثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن، علل اجابتك.

لا يؤثر تغيير الضغط الكلي على حالة التوازن وذلك بسبب تساوي عدد المولات الغازية الناتجة مع عدد المولات الغازية المتفاعلة.

س7: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



(a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل.

$$K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$$

(b) استنتج العلاقة بين k_p و k_c لهذا التفاعل.

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

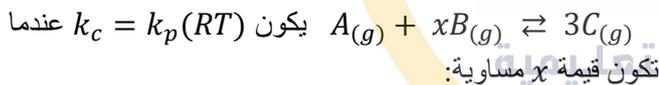
$$\Delta n = 1 - 2 = -1$$

$$\rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)^{-1}$$

(c) ما أثر رفع درجة الحرارة على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن.

ينزاح التفاعل بالاتجاه الماص (العكسي) وتنقص قيمة ثابت التوازن

س8: في التفاعل المتوازن الآتي:



A	1	b	2
C	3	d	4

س9: لديك التفاعل المتوازن الآتي:



1. ما أثر زيادة الضغط على: حالة التوازن - ثابت التوازن.

2. عند رفع درجة الحرارة فإن قيمة ثابت التوازن لهذا التفاعل تزداد، هل هذا التفاعل ناشر أم ماص، علل اجابتك.

1. عند زيادة الضغط يرجح التفاعل العكسي (نحو تشكل المولات الغازية الأقل) ولا تتغير قيمة K_c .

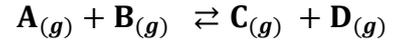
2. رفع درجة الحرارة ← يرجح التفاعل الماص

قيمة ثابت التوازن تزداد ← يرجح المباشر

ومنه: التفاعل المباشر هو الماص أي ان التفاعل ماص للحرارة.

حساب K_c من خلال المعادلات :

من أجل التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية :



حيث ثابت التوازن K_c فإننا نلاحظ أنه:

1. عند ضرب هذه المعادلة بعدد n فإن ثابت التوازن للمعادلة

$$K'_c = K_c^n$$

2. عند عكس هذه المعادلة فإن: $K'_c = \frac{1}{K_c}$

3. إذا كانت المعادلة المطلوبة ذات الثابت K_c تنتج عن جمع معادلتين لهما ثوابت التوازن K_{c1} و K_{c2} فإن:

$$K_c = K_{c1} \times K_{c2}$$

س12. اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. يدعى التوازن الكيميائي بالتوازن الحركي. لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ، أي ان التوازن يحدث مع عدم انعدام أي من السرعتين، إذن الجملة في حالة توازن حركي.

2. لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة. لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.

3. المواد الصلبة أو السائلة (كمزيب فقط) لا تظهر في عبارة ثابت التوازن لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

4. في التفاعل الآتي: $C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$ يرجح التفاعل المباشر بزيادة الضغظ.

لأنه عند زيادة الضغظ يرجح التفاعل نحو تشكل عدد المولات الغازية الأقل (حسب لوشاتوليه) أي بالاتجاه المباشر.

5. عند رفع درجة الحرارة في التفاعلات الماصة للحرارة فإنه تزداد قيمة K_c

لأنه يرجح التفاعل المباشر و بالتالي تزداد كمية المواد الناتجة (البسط) و تنقص كمية المواد المتفاعلة (المقام).

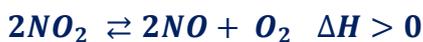
6. عند خفض درجة الحرارة في التفاعلات الماصة للحرارة فإنه تقل قيمة K_c

لأنه يرجح التفاعل العكسي و بالتالي تقل كمية المواد الناتجة (البسط) و تزداد كمية المواد المتفاعلة (المقام).

7. إضافة حفاز تسرع الوصول إلى حالة التوازن.

لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي بالمقدار نفسه، دون أن يؤثر على حالة التوازن أو قيمة ثابت التوازن.

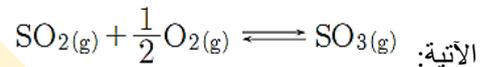
8. من أجل التفاعل المتوازن



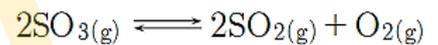
عند خفض درجة الحرارة فإن التفاعل يرجح بالاتجاه العكسي.

عند خفض درجة الحرارة يرجح التفاعل العكسي وذلك بالاتجاه الناشر للحرارة (حسب لوشاتوليه)

س10: بفرض أن $K_c = 0.1$ ثابت التوازن للتفاعل الممثل بالمعادلة



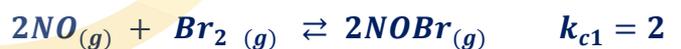
الآتية: فتكون قيمة ثابت بدلالة التراكيز K_{c1} للتفاعل الآتي



0.2	B	5	A
0.01	D	100	C

س11: ليكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية

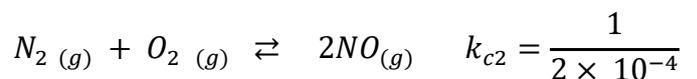
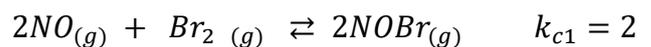
عند الدرجة $298 K$



المطلوب حساب قيمة k_c للتفاعل الآتي:



يبقاء المعادلة الأولى كما هي وعكس المعادلة الثانية ثم الجمع نجد:



بالجمع: $N_2 + O_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2NOBr$

ومنه: $K_c = K_{c1} \times K_{c2}$

$$K_c = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^{-4}} = 10^{+4}$$

ملاحظات حل المسائل

(1) يمكن حساب K_c بثلاث طرق:

الأولى: من خلال تطبيق القانون $k_c = \frac{[الناتجة]}{[المتفاعلة]}$ مباشرة وذلك عندما

تكون جميع تراكيز التوازن معلومة.

الثانية: من خلال القانون $k_c = \frac{k_1}{k_2}$ وذلك عندما نعطي ثوابت السرعة

للتفاعلين المباشر و العكسي.

مسائل حاصل التفاعل:

يستخدم لتحديد التفاعل الراجح و ان التفاعل متوازن أم لا : وذلك عن طريق حساب Q و مقارنتها مع K_c .

المسألة (6) وعاء مغلق حجمه 2L يحوي على 0.08 mol من $I_2(g)$ و 0.04 mol من $H_2(g)$ و 0.02 mol من $HI(g)$ ويحدث التفاعل الممثل بالمعادلة:
 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
 فإذا علمت أن قيمة ثابت التوازن $K_c = 25$ عند الدرجة $25^\circ C$ المطلوب:

1. احسب حاصل التفاعل Q.

2. حدد التفاعل الراجح (المباشر/العكسي) مع التعليل.

الدرس الخامس : الحموض والأسس**أولاً: نظريات الحموض و الأسس**

الأساس	الحمض	
أرينيوس	يحزّر H + عند انحلاله في الماء.	يحزّر OH^- عند انحلاله في الماء
برونشتند - لوري	يمنح بروتون + H أو أكثر	يستقبل بروتون H^+ أو أكثر
لويس	يستقبل زوج إلكترون أو أكثر	يمنح زوج إلكترون أو أكثر

س1. اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. المركب الذي لا تستطيع نظرية أرينيوس تفسير سلوكه القلوي من بين المركبات الآتية هو:

a	NaOH	b	$Ca(OH)_2$
c	NH_3	d	NH_4OH

2. تقاس قوة الحمض حسب نظرية برونشتند-لوري بسهولة:

a	استقباله H^+ أو أكثر	b	منحه H^+ أو أكثر
c	استقباله $2e^-$ أو أكثر	d	منحه $2e^-$ أو أكثر

3. المادة القادرة على منح زوج الكتروني أو أكثر للمادة التي تتفاعل معها هي:

A	حمض برونشتند-لوري	b	حمض لويس
c	أساس برونشتند-لوري	d	أساس لويس

4. احد الأيونات الآتية يعتبر حمض لويس:

A	Cu^{+2}	b	Cl^-
C	SO_2^{-2}	d	NO_2^-

الثالثة: من خلال 3 سطور عندما لا تتمكن من تطبيق الطريقتين السابقتين.

الرابعة: من خلال العلاقة $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$

2) حساب التراكيز الابتدائية للمواد المتفاعلة:

الطريقة الأولى: من خلال استخدام $C = \frac{n}{V}$ وذلك عندما نعطي عدد المولات و الحجم في نص المسألة.

الطريقة الثانية: من خلال استخدام 3 سطور.

3) حساب تراكيز التوازن:

يتم ذلك باستخدام 3 سطور وذلك عندما تكون قيمة kc معلومة.

4) حساب النسبة المئوية المتفاعلة:

يتم ذلك بالاعتماد على 3 سطور ثم كتابة الشكل الآتي:

كل (سطر 1) من المادة المطلوبة يتفاعل منه (السطر 2)

كل ($100 \text{ mol} \cdot L^{-1}$) من المادة المطلوبة يتفاعل منه y

5) حساب ثابت التوازن للضغوط الجزئية k_p

الطريقة الأولى: $k_p = \frac{\text{ضغوط الغازات الناتجة}}{\text{ضغوط الغازات المتفاعلة}}$

الطريقة الثانية: $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$

المسألة (4) يوضع 0.4 mol من يود الهروجين في وعاء سعته

0.5 L ليتفكك وفق المعادلة $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$

فإذا علمت ان $k_p = \frac{1}{36}$ المطلوب حساب:

1. ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل.

2. التركيز الابتدائي ليود الهروجين.

3. تراكيز الغازات الثلاث عند بلوغ التوازن.

4. النسبة المئوية المتفككة من HI

5. ما أثر زيادة الضغط الكلي فقط على كمية النتروجين, علل اجابتك.

المسألة (5) مزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في

وعاء سعته 10 L فيحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية :

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ فإذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التفاعل

المباشر $k_1 = 8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي

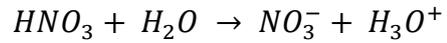
$k_2 = 2 \times 10^{-2}$ المطلوب حساب:

1. قيمة k_c وقيمة k_p .

2. تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة عند بلوغ التوازن.

الأزواج المترافقة (حمض - أساس) حسب برونشنتد لوري :

س2: اكتب معادلة تأين حمض الأزوت في الماء و حدد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب برونشنتد لوري .



الأزواج المترافقة: HNO_3 / NO_3^- H_3O^+ / H_2O

س3: الأساس المرافق لحمض الفلور HF وفق نظرية برونشنتد لوري هو:

F^-	b	HF^-	A
F	d	HF^+	C

ملاحظة: عند مقارنة قوة حمضين ضعيفين فإن الأساس المرافق للحمض الأقوى هو الأساس الأضعف.

س4: اذا علمت أن أيون النتريت كأساس NO_2^- أقوى من أيون النترات NO_3^- المطلوب:

1. ما هو الحمض المرافق لكل من الأيونين حسب برونشنتد-لوري.
2. أي الحمضين أقوى.

HNO_2 هو الحمض المرافق لأيون NO_2^-

HNO_3 هو الحمض المرافق لأيون NO_3^-

س2: حمض HNO_3 أقوى من HNO_2 , لان الحمض المرافق للأساس الأضعف هو الحمض الأقوى.

س5: اذا علمت أن حمض النمل $HCOOH$ أقوى من حمض

سيانيد الهيدروجين HCN , المطلوب:

(a) ما هو الأساس المرافق لكل منهما.

(b) أي الأساسين أقوى, علل اجابتك.

(c) في أي المحلولين متساوي التركيز يكون فيه $[OH^-]$ أكبر.

(a) مرافق $HCOOH$ هو $HCOO^-$

مرافق HCN هو CN^-

(b) CN^- أقوى من $HCOO^-$, وذلك لأن الأساس المرافق للحمض الأضعف هو الأساس الأقوى.

(c) بما أن حمض النمل أقوى من حمض سيانيد الهيدروجين فإن $[OH^-]$ في محلول سيانيد الهيدروجين سيكون هو الأكبر.

تحديد حمض و أساس لويس

يتم تحديد حمض و أساس لويس من خلال:

1. سهم الرابطة التساندية (جهة السهم من الأساس الى الحمض)
2. أو من خلال الأيونات حيث الأيون الموجب في المواد المتفاعلة هو الحمض, وإن وجد أيون سالب فهو الأساس.

س6: لديك التفاعل الموضح في المعادلة الآتية



1. ما نوع الرابطة بين ذرتي البور والنتروجين.

2. حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس, مع التعليل.
3. علل: لا تستطيع نظرية برونشنتد لوري تفسير هذا التفاعل.

(1) الرابطة تساندية.

(2) الحمض: BF_3 الأساس: NH_3

لأن النشادر يمنح زوجاً إلكترونياً غير مرتبط لـ BF_3 ليشكل رابطة تساندية, وبالتالي يكون المانح أساساً و المستقبل حمضاً حسب لويس.

(3) لأن التفاعل يحدث دون انتقال بروتونات من أحد المركبين الى الآخر.

س7: حدد حمض و أساس لويس في التفاعل الآتي:



الحمض: Fe^{+2} (لأنه استقبل زوج الكتروني)

الأساس: H_2O (لأنه منح زوج الكتروني)

سلوك الماء :

س8: يعد الماء ناقلاً رديناً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة. المطلوب :

1. اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقة

أساس/حمض وفق نظرية برونشنتد - لوري.

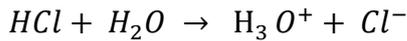
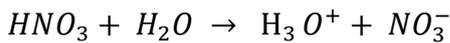
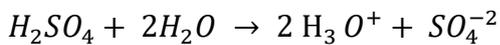
2. اكتب عبارة ثابت تأين الماء, ما هي قيمته عند الدرجة $25^\circ C$

3. علل: يعتبر الماء مركباً مذنباً.

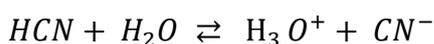
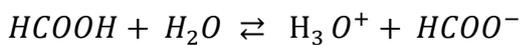
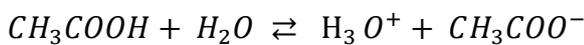


(3) لأنه يسلك سلوك حمض أحياناً و سلوك أساس أحياناً و ذلك حسب المادة التي يتفاعل معها.

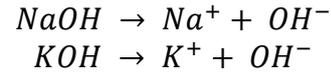
معادلات تأين الحموض القوية:



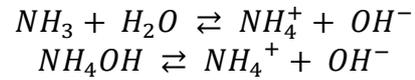
معادلات تأين الحموض الضعيفة:



معادلات تأين الأسس القوية:



معادلات تأين الأسس الضعيفة:



الأس الهيدروجيني pH :



س9. اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. كل ما يأتي ينطبق على المحلول الحمضي ما عدا:

$\text{PH} < 7$	b	$[\text{OH}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+]$	A
$[\text{OH}^-] > 10^{-7}$	d	$10^{-7} < [\text{H}_3\text{O}^+]$	C

2. المحلول المائي الذي له أصغر قيمة PH من بين المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو محلول:

HCl	b	NaOH	A
NH ₄ OH	d	HCOOH	C

3. المحلول المائي الذي له أصغر قيمة POH من بين المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو محلول:

HCl	b	NaOH	A
NH ₄ OH	d	HCOOH	C

س10. لديك المحاليل الآتية متساوية التركيز:



- رتب هذه المركبات حسب تزايد قيمة pH.
- ما هو المركب ذو القيمة الأكبر لـ pOH.
- علل: يعتبر HNO₃ حمضاً قوياً.

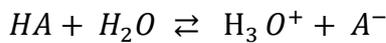
(1) الترتيب:



(3) لأنه يتأين كلياً في الماء.

س11. لديك محلول مائي لحمض ضعيف HA, المطلوب:

- اكتب معادلة تأينه. 2. اكتب عبارة ثابت تأين هذا الحمض.
- اكتب عبارة درجة تأين هذا الحمض



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+].[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}$$

س12. لديك محلول مائي للنشادر المطلوب:

- اكتب معادلة تأين النشادر, وحدد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب بروثشتد لوري.
- علل: يعد النشادر أساساً ضعيفاً.
- اكتب عبارة درجة التاين للنشادر, وعبارة ثابت التاين K_b.
- ما تأثير إضافة قطرات من هيدروكسيد الصوديوم الى محلول النشادر المتوازن.
- ما تأثير إضافة قطرات من حمض قوي الى محلول النشادر المتوازن.

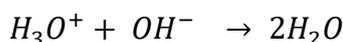


الأزواج المترافقة: $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$
 (2) لأنه يتأين جزئياً في الماء.

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+].[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad \alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_b} \quad (3)$$

(4) عند إضافة NaOH يزداد تركيز أيونات الهيدروكسيد OH⁻ في المحلول فيختل التوازن و يرجح التفاعل العكسي, وبالتالي يقل تأين النشادر.

(5) عند إضافة الحمض القوي فإن أيونات الهيدرونيوم H₃O⁺ الناتجة تتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد وفق التفاعل:



وبالتالي ينقص تركيز أيونات الهيدروكسيد OH⁻ في المحلول فيختل التوازن و يرجح التفاعل المباشر, ويزداد تأين النشادر.

قوانين عامة في الكيمياء:

$C_{g.L^{-1}} = \frac{m}{V}$	$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$	التركيز
$n = C.V$	$n = \frac{m}{M}$	عدد المولات
$m = C_{g.L^{-1}}.V$	$m = C.M.V$	الكتلة
$V' = V + V_{H_2O}$	$n_{قبل} = n_{بعد}$ $C.V = C'.V'$	قانون التمدد

س14. اختر الإجابة الصحيحة:

1. محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.01 mol.l^{-1} فتكون قيمة pH :

2	B	1	A
13	D	12	C

2. محلول مائي لحمض الأزوت تركيزه 0.01 mol.l^{-1} نمدده بالماء المقطر 10 مرات فتكون قيمة PH المحلول الناتج:

2	B	1	A
4	D	3	C

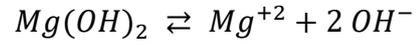
3. محلول مائي لحمض الأزوت حجمه 50 mL تركيزه 0.2 mol.l^{-1} نمدده بالماء المقطر ليصبح تركيزه 0.04 mol.l^{-1} فيكون حجم الماء المقطر المضاف:

250 mL	B	200 mL	A
100 mL	D	300 mL	C

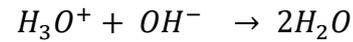
..... مسائل الحموض والأسس مدموجة مع مسائل المعايرة.....

س13. إذا علمت ان هيدروكسيد المغنيزيوم هو أساس ضعيف ثنائي الوظيفة, المطلوب:

- اكتب معادلة تأين هذا الأساس.
- اشرح كيف تؤثر إضافة كمية من محلول حمض قوي على تأين المحلول.



2. عند إضافة الحمض القوي فإن أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ الناتجة تتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد وفق التفاعل:



وبالتالي ينقص تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول فيختل التوازن و يرجح التفاعل المباشر, ويزداد تأين هيدروكسيد المغنيزيوم.

قوانين المسائل

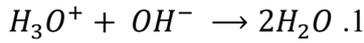
القوانين الأساسية الأربعة	
$[H_3O^+]. [OH^-] = 10^{-14}$	1
$pH + pOH = 14$	2
$[H_3O^+] = 10^{-pH}$	$pH = -\log[H_3O^+]$
$[OH^-] = 10^{-pOH}$	$pOH = -\log[OH^-]$

لاحظ أنه من خلال هذه القوانين الأربعة فإنه عند معرفة احدى القيم $[OH^-]$ أو $[H_3O^+]$ أو pOH أو pH فإنه يمكن حساب المقادير الثلاثة المتبقية.

درجة التآين	حساب $[H_3O^+]$		
$\alpha = 2$	$[H_3O^+] = 2C_a$	H_2SO_4	الحموض القوية
$\alpha = 1$	$[H_3O^+] = C_a$	HCl HNO_3	
$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$	$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$		الحموض الضعيفة
C_a : التركيز الابتدائي للحمض K_a : ثابت تأين الحمض الضعيف			

درجة التآين	حساب $[OH^-]$		
$\alpha = 1$	$[OH^-] = C_b$	$NaOH$ KOH	الأسس القوية
$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$	$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$		
C_b : التركيز الابتدائي للأساس K_b : ثابت تأين الأساس الضعيف			

الدرس السادس: المعايرة الحجمية



2. نقطة التكافؤ.

3. عند A : الوسط حمضي

عند B : الوسط قلوي

عند E : الوسط معتدل

س3. نضيف 10 ml من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol.l^{-1} الى 15 ml من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.1 mol.l^{-1} فإن:

$[OH^-] > [H_3O^+]$	b	$[OH^-] < [H_3O^+]$	A
$[OH^-] \geq [H_3O^+]$	d	$[OH^-] = [H_3O^+]$	C

ملاحظات:

* أي معادلة معايرة 1. تامة (باتجاه واحد)
2. ينتج عنها الماء

* عند كتابة المعادلة الأيونية للمعايرة

1. نستبدل الحمض القوي بـ H_3O^+

2. نستبدل الأساس القوي بـ OH^-

3. الحمض الضعيف أو الأساس الضعيف يكتب كما هو.

معايرة حمض ضعيف - أساس قوي:

HCN	HCOOH	CH ₃ COOH	الحموض الضعيفة
KOH	NaOH		الأسس القوية

س4. نعاير محلولاً لحمض النمل بمحلول قياسي من هيدروكسيد

البوتاسيوم, المطلوب:

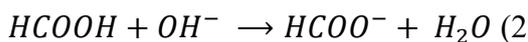
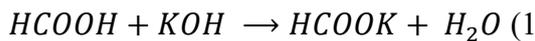
1. اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

2. اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

3. ما نوع الوسط عند نقطة نهاية المعايرة, علل اجابتك.

4. ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة, علل اجابتك.

5. علل: لا يمكن استعمال احمر المتيل كمشعر لهذه المعايرة.



(3) الوسط قلوي , $pH > 7$ وذلك لوجود ايونات النملات $HCOO^-$ الذي يسلك سلوك أساس ضعيف.

(4) المشعر: الفينول فتالين, لان مداه (8.2 - 10) يحوي pH نقطة نهاية المعايرة.

(5) لان مداه (4.2 - 6.2) لا يحوي pH نقطة نهاية المعايرة.

المعايرة هي عملية تقييد في تحديد تركيز مادة مجهولة التركيز (المحلول المعيار) من خلال تفاعلها مع محلول آخر معلوم التركيز بدقة (المحلول القياسي).

علل استخدام المشعرات في معايرات الحمض أساس.

للتمكن من تحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة .

فسر سبب تغير لون المشعر عند إضافته إلى محلول حمضي أو محلول أساسي.

لأن المشعرات تتميز بأن لشكلها الجزيئي لون و لأيوناتها لون مختلف, وبالتالي عند تأين المشعر عند قيمة محددة للـ pH يتغير لون المحلول.

أولاً: معايرة حمض قوي - أساس قوي:

HCl	HNO ₃	H ₂ SO ₄	الحموض القوية
KOH	NaOH		الأسس القوية

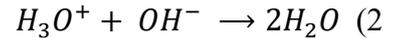
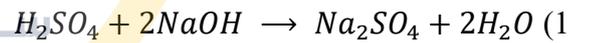
س1. نعاير محلولاً لحمض الكبريت بمحلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم, المطلوب:

1. اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

2. اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

3. ما قيمة pH نقطة نهاية المعايرة, علل اجابتك.

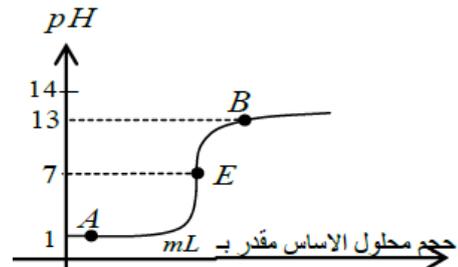
4. ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة, علل اجابتك.



(3) $pH = 7$ المحلول معتدل, لأن ايونات الملح الناتج حيادية لا تتفاعل مع الماء.

(4) المشعر: أزرق بروم التيمول, لان مداه (6 - 7.6) يحوي pH نقطة نهاية المعايرة.

س2. يبين الشكل المجاور منحنى المعايرة لحمض قوي بأساس قوي, المطلوب:



1. اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2. ماذا تسمى تانقطة E.

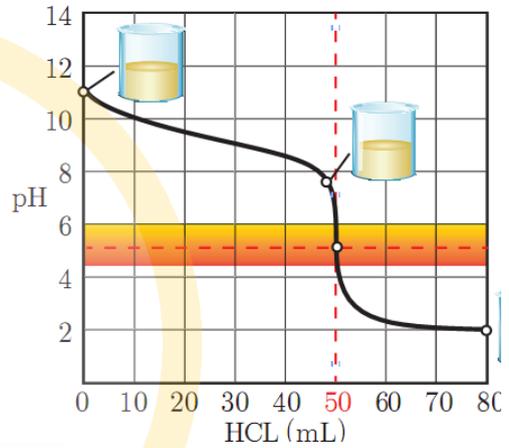
3. حدد طبيعة الوسط عند كل من النقاط (A, B, E)

معايرة حمض قوي - أساس ضعيف:

HCl	HNO ₃	H ₂ SO ₄	الحموض القوية
NH ₄ OH		NH ₃	الأسس الضعيفة

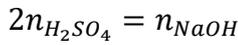
س6. يبين المنحني المجاور تغيرات pH أثناء معايرة هيدروكسيد الامونيوم بمحلول قياسي من حمض كلور الماء, المطلوب:

1. اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
2. اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
3. ما قيمة pH بداية المعايرة.
4. ما قيمة pH نهاية المعايرة.
5. ما نوع الوسط عند نهاية المعايرة, علل اجابتك.
6. بين كيف تتغير قيمة pH أثناء المعايرة.
7. ما هو المشعر المناسب, علل اجابتك.



ملاحظات حل المسائل:

1. لحساب حجم أو تركيز محلول مستخدم في المعايرة نطبق قانون المعايرة:
 $n_{\text{أساس}} = n_{\text{حمض}}$
2. عند معايرة حمض مع أساسين:
 $n_{\text{أساس}} = n_{1\text{أساس}} + n_{2\text{أساس}}$
3. عند معايرة أساس بحمضين:
 $n_{\text{أساس}} = n_{1\text{حمض}} + n_{2\text{حمض}}$
4. عند معايرة حمض مع ملح فإننا نوجد قانون المعايرة من المعادلة.
5. من أجل معايرة حمض ثنائي الوظيفة (مثل حمض الكبريت) مع أساس احادي الوظيفة (مثل هيدروكسيد الصوديوم) فإن قانون المعايرة:



المسائل (الحموض والأسس والمعايرة)

المسألة (1): محلول لحمض الكبريت تام التأين له $pH = 1$ و

المطلوب:

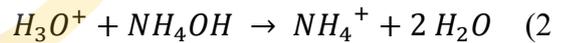
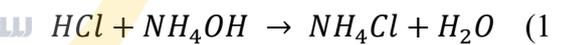
1. اكتب معادلة تأين هذا الحمض.
2. احسب تركيز الحمض بوحدة $mol.l^{-1}$.
3. احسب كتلة حمض الكبريت في 200 mL من محلول الحمض السابق.
4. يعاير 25 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم باستخدام محلول حمض الكبريت السابق فيلزم لاتمام المعايرة 5 ml من الحمض. المطلوب:

- a. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- b. احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
- c. احسب تركيز محلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج عن المعايرة.
(S:32 Na: 23 O: 16 H:1)

المسألة (2) محلول لحمض الخل تركيزه $0.05 mol.l^{-1}$ وثابت

$$2 \times 10^{-5}$$

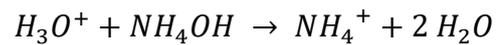
1. اكتب معادلة تأينه و حدد الازواج المرافقة حسب برونشتد - لوري.
2. احسب $[H_3O^+]$ و $[CH_3COO^-]$
3. احسب درجة تأين حمض الخل السابق.
4. نضيف الى المحلول السابق قطرات من حمض كلور الماء HCl ليصبح تركيزه في المحلول $10^{-1} mol.l^{-1}$, احسب $[CH_3COO^-]$ الجديد.



$$pH = 5 \quad (4) \quad pH = 11 \quad (3)$$

(5) الوسط حمضي, $pH < 7$ وذلك لوجود ايونات الامونيوم NH_4^+ الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

(6) عند بداية المعايرة $pH = 11$ ثم تتناقص قيمة pH تدريجياً بسبب تناقص تركيز NH_4OH حيث يحدث التفاعل:



عند نهاية المعايرة تصبح $pH = 5$ وذلك لوجود ايونات الامونيوم NH_4^+ الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

(7) المشعر: أحمر المتيل لان مداه (4.2 - 6.2) يحوي pH نقطة نهاية المعايرة.

الدرس السابع: المحاليل المائية للأملاح

أولاً : حملة الأملاح :

الأملاح شديدة الذوبان : تمر هذه الأملاح في الماء بعمليتين

1) الإماهة : عملية ذوبان الأملاح الصلبة في الماء وتشكل الأيونات المميهة (المحاطة بجزيئات الماء) .

2) الحملة : و هي عملية تفاعل أيونات الملح مع الماء , حيث يتفاعل الأيون الناتج عن حمض ضعيف أو عن اساس ضعيف

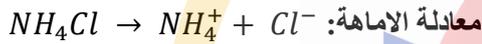
هام جداً الأيونات التي تتحلل هي الناتجة عن حمض ضعيف أو أساس ضعيف مثل:



معادلات الحملة :

حملة ملح ناتج عن (حمض قوي-أساس ضعيف)

س1. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن حملة ملح كلوريد الأمونيوم , ثم اكتب عبارة ثابت الحملة لهذا الملح و علاقته بثابت تأين هيدروكسيد الامونيوم و حدد نوع الوسط الناتج.



Cl^- حيادي, أما NH_4^+ فيتحلل وفق المعادلة:



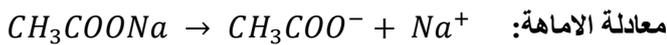
عبارة ثابت الحملة: $K_h = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

علاقة ثابت الحملة بثابت تأين النشادر: $K_h \cdot K_b = K_w$

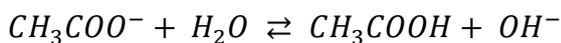
نوع الوسط: حمضي , لوجود أيونات الهيدرونيوم H_3O^+

حملة ملح ناتج عن (حمض ضعيف-أساس قوي)

س2. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن حملة ملح خلات الصوديوم , ثم اكتب عبارة ثابت الحملة لهذا الملح و علاقته بثابت تأين حمض الخل و حدد نوع الوسط الناتج.



Na^+ حيادي, أما CH_3COO^- فيتحلل وفق المعادلة:



عبارة ثابت الحملة: $K_h = \frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]}$

علاقة ثابت الحملة بثابت تأين حمض الخل: $K_h \cdot K_a = K_w$

نوع الوسط: أساسي , لوجود أيونات الهيدروكسيد OH^-

المسألة (3) لمعايرة 10 ml من محلول حمض كبريت ذي التركيز 0.01 mol.l^{-1} يلزم حجم V من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 0.02 mol.l^{-1} و 2 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.05 mol.l^{-1} ، والمطلوب:

1. اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
2. احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة.
3. ما قيمة pH المحلول الناتج عن المعايرة.
4. ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
5. احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 ml من محلول الحمض السابق ليصبح تركيزه 0.005 mol.l^{-1} .

المسألة (4):

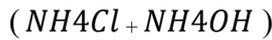
عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم الصلب كتلتها 2 g أذيت في الماء المقطر وأكمل حجم المحلول إلى 100 ml ، فإذا علمت أنه قد لزم 80 ml من حمض النمل ذي التركيز 0.5 mol.l^{-1} لمعايرة هذا المحلول المطلوب:

- 1- كتابة المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
- 2- حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم في المعايرة.
- 3- حساب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة.
- 4- حساب النسبة المئوية للشوائب في العينة. (O:16 H:1 S:32 Na:23)

المسألة (5):

أذيت عينة كتلتها 4.24 g من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وكلوريد الصوديوم NaCl في الماء المقطر وأكمل الحجم إلى 100 ml , ثم تمت معايرة المحلول الناتج بـ حمض كلور الماء تركيزه 0.4 mol.l^{-1} فلزم منه 50 ml لإتمام المعايرة. المطلوب:

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.
2. احسب تركيز كربونات الصوديوم المستخدم.
3. احسب كتلة كربونات الصوديوم في العينة.
4. احسب النسبة المئوية لكل من الملح في العينة. (Na:23 C:12 O:16 H:1 Cl:35.5)

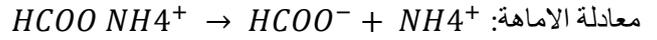


ملاحظات وقوانين حل مسائل الحمهة

الطريقة	الطلب
عندما يطلب كتابة معادلة الحمهة، فإننا نكتب معادلة اماهة الملح ثم حمهة الأيون الناتج عن حمض ضعيف او أساس ضعيف.	كتابة معادلة الحمهة
من خلال المعادلة و 3 سطور ثم عبارة K_h	حساب ثابت الحمهة K_h
من خلال المعادلة و 3 سطور ثم عبارة K_h	حساب $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$
إذا كان $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$ غير معلوم فنوجدتها من خلال المعادلة و 3 سطور ثم عبارة K_h ثم نطبق القوانين الأساسية	حساب pH أو pOH
من خلال علاقة K_h بثوابت التآين	حساب ثوابت التآين للحمض الضعيف أو الأساس الضعيف
نوجد تركيز $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$ المضاف ثم المعادلة و 3 سطور وعبارة K_h لنوجد قيمة x الجديدة ثم حساب المطلوب	عندما نضيف قطرات من حمض قوي أو أساس قوي ويطلب حساب تركيز الحمض أو الأساس الناتج أو النسبة المئوية المتحلمة

حمهة ملح ناتج عن (حمض ضعيف-أساس ضعيف)

س3. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن حمهة ملح نملات الأمونيوم، ثم اكتب عبارة ثابت الحمهة لهذا الملح و علاقته بثوابت تآين حمض النمل و هيدروكسيد الأمونيوم و ناقش نوع الوسط الناتج.



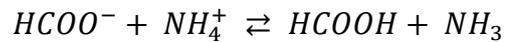
معادلة الاماهة: $HCOO^- + NH_4^+ \rightarrow HCOOH + NH_3$



يتحلّمه وفق المعادلة:



يجمع المعادلتين نحصل على معادلة الحمهة الاجمالية:



$$K_h = \frac{[HCOOH] \cdot [NH_3]}{[HCOO^-] \cdot [NH_4^+]}$$

علاقة ثابت الحمهة بثوابت التآين: $K_h \cdot K_a \cdot K_b = K_w$

مناقشة نوع الوسط:

$K_a > K_b$ فالوسط حمضي

$K_a < K_b$ فالوسط أساسي (قلوي)

$K_a = K_b$ فالوسط معتدل

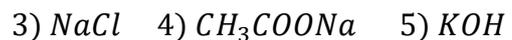
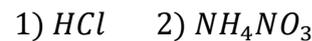
تحديد نوع الوسط الملحي:

- المح ناتج عن حمض قوي و أساس قوي فإن $(pH = 7)$
- المح ناتج عن حمض ضعيف و أساس قوي فإن $(pH > 7)$
- المح الناتج عن حمض قوي و أساس ضعيف يكون $(pH < 7)$

س4. رتب المحاليل الآتية متساوية التركيز حسب تزايد قيمة pH.

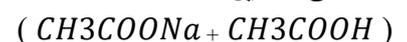


الحل:



المحلول المنظم: هو المحلول الذي يحد من تغيرات pH عندما تُضاف إليه كمية قليلة من حمض قوي أو أساس قوي حيث عندها التغير صغيراً جداً و محدوداً. يتكون المحلول المنظم من حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة أو أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.

أمثلة عن محاليل منظمة



مسائل الأملاح شديدة الذوبان

- المسألة (1)** محلول مائي لملاح سيانيد البوتاسيوم KCN تركيزه 0.05 mol. l^{-1} فإذا كان ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين $K_a = 5 \times 10^{-10}$ عند الدرجة $25^\circ C$ المطلوب:
1. اكتب معادلة حلمة هذا الملح.
 2. احسب ثابت الحلمة لهذا المحلول الملحي.
 3. احسب pOH المحلول الملحي الناتج.
 4. نضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.01 mol. l^{-1} احسب تركيز HCN الناتج عن الحلمة.

ثانياً: الأملاح قليلة الذوبان

ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محددة، وهي ثابت فيزيائي خاص بكل ملح، ويُرمز لها بـ (s) ولها نوعان:

$$S_{g.L^{-1}} = \frac{m}{V} \quad \text{ذوبانية كتلية للملح تقدر بـ } g.L^{-1}$$

$$S = \frac{n}{V} \quad \text{ذوبانية مولية للملح تقدر بـ } mol.L^{-1}$$

$$S_{g.L^{-1}} = M.S \quad \text{حيث } M \text{ الكتلة المولية للملح}$$

تذكير بأهم الأيونات التي ستمر معنا				
الفضة	الكالسيوم	الكلور	الكربونات	الفوسفات
Ag^+	Ca^{+2}	Cl^-	CO_3^{-2}	PO_4^{-3}
الصوديوم	الباريوم	النترات	الكبريتات	
Na^+	Ba^{+2}	NO_3^-	SO_4^{-2}	
البوتاسيوم	الرصاص		الكرومات	
K^+	Pb^{+2}		CrO_4^{-2}	
	المغنزيوم			
	Mg^{+2}			

تصنف محاليل الأملاح إلى (غير مشبعة – مشبعة – فوق مشبعة) عند ضرب تراكيز أيونات الملح مرفوعة إلى أس الأمثال التفاعلية فإننا نميز الآتي:

جداء الذوبان K_{sp} : هو جداء تراكيز الأيونات في حالة المحلول المشبع للملح قليل الذوبان.

الجداء الأيوني Q : هو جداء تراكيز الأيونات عندما لا تكون على علم بأن المحلول مشبع أم لا.

نتيجة: Q له نفس شكل عبارة جداء الذوبان K_{sp} و يختلف عنه بأن قيمة K_{sp} ثابتة و هي جداء تراكيز الأيونات في حالة المحلول المشبع أما Q فهو جداء تراكيز الأيونات بشكل عام.

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. يتمتع الملح بخاصية قطبية؛ لأنه مركب أيوني يتألف من جزأين: جزء أساسي موجب و جزء حمضي سالب.
2. الذوبان القليل للملح (كلوريد الفضة مثلاً) في الماء لأن قوى التجاذب بين الأيونات في بلورات هذه الأملاح أكبر من قوى التجاذب بين هذه الأيونات و جزيئات الماء في أثناء الذوبان.
3. جميع أملاح (النترات مثلاً) ذوابة لأن قوى التجاذب بين الأيونات في بلورات هذه الأملاح أصغر من قوى التجاذب بين هذه الأيونات و جزيئات الماء في أثناء الذوبان.

4. ذوبان الملح الناتج من حمض قوي وأساس قوي مثل $NaCl$ في الماء لا يُعد حلمة

لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء.

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. الملح الذواب الذي يتحلله في الماء من الأملاح الآتية هو:

$NaNO_3$	b	KCl	A
$CaSO_4$	d	NH_4NO_3	C

2. المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

NH_4NO_3	b	$NaCl$	A
CH_3COONa	d	CH_3COONH_4	C

3. محلول مائي لملاح Na_2CO_3 تركيزه 1.6 g. L^{-1} يُمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه أربعة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:

0.4 g. L^{-1}	b	0.6 g. L^{-1}	A
0.2 g. L^{-1}	d	0.8 g. L^{-1}	C

4. عند تمديد محلول مائي لملاح KNO_3 تركيزه 2.4 mol. L^{-1} بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثاله حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ $mol. L^{-1}$ مساوياً:

0.4	b	0.6	A
0.2	d	0.8	C

5. محلول مائي لملاح KCl ممدده بالماء المقطر مئة مرة فتكون pH المحلول الناتج:

8	b	9	A
6	d	7	C

(2) إضافة كمية من H_2SO_4

التعليل: عند إضافة H_2SO_4 يزداد تركيز أيونات SO_4^{2-} في المحلول ويصبح $Q > k_{sp}$ و المحلول فوق المشبع، فتترسب كمية من الملح حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة.

2. إذابة ملح في محلوله المشبع:

لإذابة ملح في محلوله المشبع	
↓	
نضيف HCl	أو نضيف HNO_3

س3. لديك محلول مائي مشبع لملح فوسفات الكالسيوم، المطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس و عبارة جداء الذوبان لهذا الملح.
2. علل زيادة ذوبان كمية إضافية من هذا الملح عند إضافة كمية من حمض كلور الماء إليه، هل يتفق ذلك مع قاعدة لوشتاويليه.
3. اقترح طريقة أخرى لإذابة كمية إضافية من هذا الملح في محلوله المشبع.



$$K_{sp} = [Ca^{+2}]^3 \cdot [PO_4^{-3}]^2$$

(2) عند إضافة HCl فإن أيونات H_3O^+ تتحد مع أيونات PO_4^{-3} في محلول الفوسفور الضعيف. فينقص تركيز أيونات PO_4^{-3} في المحلول ويصبح $Q < k_{sp}$ و المحلول غير المشبع، فتذوب كمية من الملح حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة.

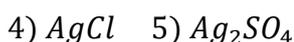
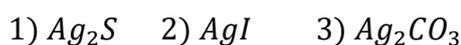
(3) إضافة كمية من HNO_3

س4. يبين الجدول الآتي قيم جداء الذوبان لبعض املاح الفضة قليلة الذوبان.

المح	قيمة جداء الذوبان K_{sp}
Ag_2SO_4	1.4×10^{-5}
$AgCl$	1.8×10^{-10}
Ag_2CO_3	8.1×10^{-12}
AgI	8.3×10^{-17}
Ag_2S	6.0×10^{-51}

(a) رتب هذه الأملاح حسب تزايد قابليتها للذوبان في الماء.

(a) الترتيب (حسب تزايد الذوبانية أي حسب تزايد قيمة k_{sp})



عند حساب Q نميز الحالات الآتية:

عندما $Q < K_{sp}$ فالمحلول غير مشبع و لا تترسب أي كمية من الملح

عندما $Q > K_{sp}$ فالمحلول فوق مشبع و تترسب كمية من الملح.

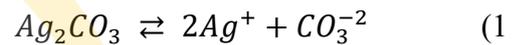
عندما $Q = K_{sp}$ فالمحلول مشبع و لا تترسب كمية من الملح.

س1. محلول مائي مشبع لملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية s المطلوب:

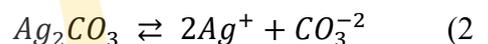
1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2. اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان، ثم أستنتج قيمة جداء ذوبان s بدلالة s.

3. علل: لا يدخل تركيز كربونات الفضة في عبارة جداء الذوبان.



$$K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [CO_3^{2-}]$$



s	0	0
0	2s	s

$$K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [CO_3^{2-}] = (2s)^2 \cdot s = 4s^3$$

3. لأنها مادة صلبة تركيزها يبقى ثابتاً مهما اختلفت كمياتها.

تطبيقات جداء الذوبان:

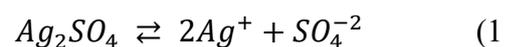
1. ترسيب ملح في محلوله المشبع:

لترسيب الأملاح التي تحوي:		
الفضة Ag	الكبريتات SO_4	الكلور Cl
↓	↓	↓
نضيف مثلاً $AgNO_3$	نضيف مثلاً H_2SO_4 Na_2SO_4	نضيف مثلاً $NaCl$ KCl

س2. لديك محلول مائي مشبع لملح كبريتات الفضة، المطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس و عبارة جداء الذوبان لهذا الملح.

2. اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع، علل اجابتك.



$$K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}]$$

مسائل الأملاح قليلة الذوبان

قوانين وملاحظات مسائل الذوبان (الاشباع)

المسألة (2) محلول مائي مشبع لمخ كلوريد الفضة قليل الذوبان، اذا علمت ان $K_{sp} = 6.25 \times 10^{-10}$ المطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2. احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلوله المشبع.

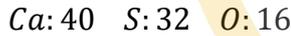
3. يضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ ، اكتب معادلة إماهة ملح نترات الفضة، ثم بين بالحساب إن كان يتسرب ملح كلوريد الفضة أو لا.

المسألة (3) أضيف 100 mL من محلول نترات الرصاص

$Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز 0.05 mol.l^{-1} إلى 400 mL من محلول $NaCl$ ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1} ، فإذا علمت أن K_{sp} $PbCl_2 = 1.6 \times 10^{-6}$ بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ يتسرب أم لا.

المسألة (4) اذا علمت ان الذوبانية الكتلية لمخ كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ 0.68 g.l^{-1} المطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح و عبارة جداء الذوبان.
2. احسب قيمة الذوبانية المولية لمخ كبريتات الكالسيوم.
3. احسب جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم.



الطلب	الطريقة
حساب جداء الذوبان K_{sp} أو تركيز الأيونات في حالة المحلول المشبع	نكتب المعادلة + السطرين ثم عبارة K_{sp} ونعوض
حساب الذوبانية S	اذا كانت الذوبانية الكتلية معطاة: $S = \frac{S_{g.L^{-1}}}{M}$ أو نكتب المعادلة + السطرين ثم عبارة K_{sp} ونعوض لنوجد s (حيث يكون K_{sp} معلوماً)
حساب الذوبانية الكتلية	$S_{g.L^{-1}} = S \cdot M$
عند إضافة مادة جيدة الذوبان تحوي ايون مشترك الى محلول الملح قليل الذوبان ويطلب معرفة ان الملح يتسرب أم لا	1) نوجد تركيز الأيون المشترك (من معادلة إماهة المادة جيدة الذوبان). 2. نوجد التركيز الكلي للأيون المشترك. 3. نوجد الجداء الأيوني Q ونقارنه مع K_{sp}
عند مزج مادتين ذوابتين للحصول على ملح قليل الذوبان، ويطلب حساب K_{sp} أو Q	1. نوجد الحجم الكلي. 2. نوجد تراكيز الأيونات المشكلة للمخ قليل الذوبان من خلال قانون المزج $C' = \frac{n}{V'} = \frac{C \cdot V}{V'}$ 3. نكتب معادلة ذوبان الملح قليلي الذوبان و عبارة K_{sp} أو Q (بدون السطرين) ثم نعوض.

$$P_{N_2} = \frac{2 \times 0.082 \times 400}{400}$$

$$P_{N_2} = 0.164 \text{ atm}$$

$$3] d_{H_2} = ?$$

$$d_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{V}$$

$$d_{H_2} = \frac{10}{400}$$

$$d_{H_2} = \frac{1}{40} \text{ g.l}^{-1}$$

$$4] X_{CH_4} = ?$$

$$X_{CH_4} = \frac{n_{CH_4}}{n_t} = \frac{3}{10}$$

$$X_{CH_4} = 0.3$$

السؤال (5) :

$$1] n_E = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$$

$$n_E = \frac{1 \times 16.4}{0.082 \times 300}$$

$$n_E = \frac{2}{3} \text{ mol}$$

$$2] \frac{n_{Ar}}{n_E} = \frac{80}{20}$$

$$\frac{n_{Ar}}{n_E} = 4$$

$$\Rightarrow n_{Ar} = 4 \times \frac{2}{3} = \frac{8}{3} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m_{Ar} = n \cdot M$$

$$= \frac{8}{3} \times 40$$

$$m_{Ar} = \frac{320}{3} \text{ g}$$

السؤال (3) :

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Rightarrow \Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$$

$$\Delta E = -2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$\Delta E = -\Delta E$$

$$\Rightarrow \Delta E = +2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

السؤال (4) :

$$1] P_t = ?$$

$$P_t = n_t \frac{RT}{V}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n_{CH_4} = \frac{48}{16} = 3 \text{ mol}$$

$$n_{H_2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mol}$$

$$n_{N_2} = \frac{56}{28} = 2 \text{ mol}$$

$$M_{CH_4} = 12 + (4 \times 1) = 16 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{H_2} = 2 \times 1 = 2 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{N_2} = 14 \times 2 = 28 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow n_t = n_{CH_4} + n_{H_2} + n_{N_2} = 3 + 5 + 2 = 10 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow P_t = \frac{10 \times 0.082 \times 400}{400}$$

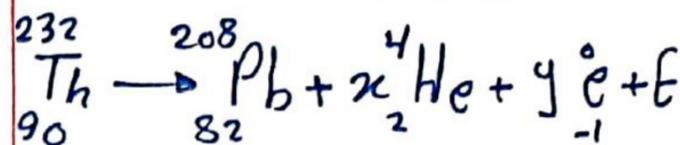
$$P_t = 0.82 \text{ atm}$$

$$2] P_{N_2} = ?$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2} R T}{V}$$

النموذج (1)

السؤال (1) :



$$1] 232 = 208 + 4x$$

$$24 = 4x$$

$$\Rightarrow x = 6$$

وهو عدد التحولات ألفا

$$90 = 82 + 2x - y$$

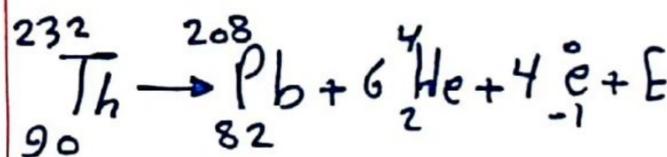
$$90 = 82 + 12 - y$$

$$90 = 94 - y$$

$$\Rightarrow y = 4$$

وهو عدد التحولات بيتا

2]



السؤال (2) :

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$

ضمان صحت الجواب :

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \times t$$

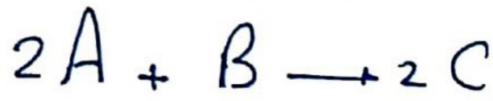
$$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{27}}{9 \times 10^{16}} \times 3 \times 60$$

$$\Delta m = -76 \times 10^{12} \text{ kg}$$

3] نفوس في (1) ،
 $3 \times 10^{-3} = k (0.1)^2 (0.1)^0$
 $3 \times 10^{-3} = k \times 10^{-2}$
 $\Rightarrow k = 3 \times 10^{-1}$

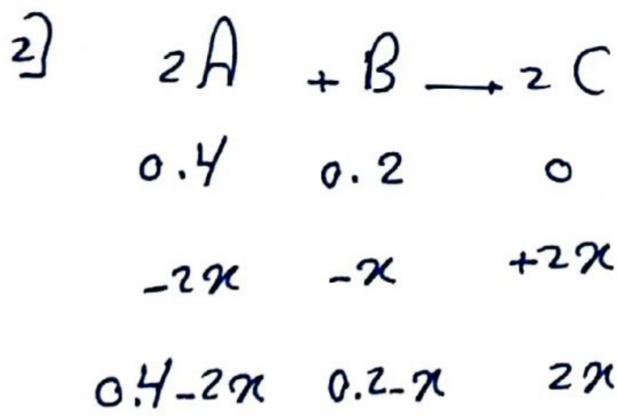
4] $v = k [A]^2$
 $v = 3 \times 10^{-1} \times (0.4)^2$
 $v = 48 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

المسألة (2) :



1] $v_0 = k [A]_0^2 \cdot [B]_0$
 $\Rightarrow [A]_0^2 = \frac{32 \times 10^{-5}}{10^2 \times 0.2}$

$[A]_0^2 = 16 \times 10^{-2}$
 $\Rightarrow [A]_0 = 0.4 \text{ mol L}^{-1}$



كل 0.2 mol L^{-1} يتفاعل $x \text{ mol L}^{-1}$
كل 100 mol L^{-1} يتفاعل 25 mol L^{-1}
 $x = \frac{0.2 \times 25}{100}$
 $x = \frac{5}{100} = 0.05 \text{ mol L}^{-1}$

2

المسألة (2) :

المسألة (1) :

1] قانون السرعة اللحظية لهذا التفاعل هو :

$v = k [A]^x \cdot [B]^y$

من الجدول نلاحظ :

$3 \times 10^{-3} = k (0.1)^x (0.1)^y \dots (1)$

$12 \times 10^{-3} = k (0.2)^x (0.1)^y \dots (2)$

$12 \times 10^{-3} = k (0.2)^x (0.2)^y \dots (3)$

لناخذ نسبة (2) الى (1) ،

$\frac{12 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = \frac{k (0.2)^x (0.1)^y}{k (0.1)^x (0.1)^y}$

$\Rightarrow 4 = \left(\frac{0.2}{0.1}\right)^x$

$2^2 = 2^x \Rightarrow x = 2$

لناخذ نسبة (3) الى (2) ،

$\frac{12 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-3}} = \frac{k (0.2)^x \cdot (0.2)^y}{k (0.2)^x \cdot (0.1)^y}$

$1 = \left(\frac{0.2}{0.1}\right)^y$

$\Rightarrow 2^0 = 2^y \Rightarrow y = 0$

ومن قانون السرعة ،

$v = k [A]^2$

رتبة التفاعل الكلي هي

2] التفاعل غير أولي

لأن قانون السرعة

لا يتطابق مع المعادلة .

3] $P_t = \frac{n_t R T}{V}$

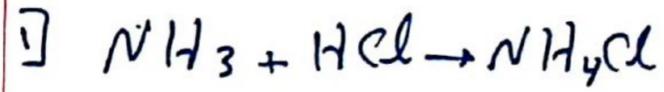
$n_t = n_G + n_{Ar}$
 $= \frac{2}{3} + \frac{8}{3} = \frac{10}{3} \text{ mol}$

$\Rightarrow P_t = \frac{\frac{10}{3} \times 0.082 \times 300}{16.4}$

$P_t = \frac{82 \times 10^2 \times 300}{3 \times 164 \times 10^1}$

$P_t = \frac{30}{6} = 5 \text{ atm}$

المسألة (6) :



2] $M_{NH_3} = 14 + 3 = 17 \text{ g mol}^{-1}$

$M_{HCl} = 1 + 35.5 = 36.5 \text{ g mol}^{-1}$

$n = \frac{m}{M}$
 $n_{NH_3} = \frac{5.1}{17} = 0.3 \text{ mol}$
 $n_{HCl} = \frac{36.5}{36.5} = 0.1 \text{ mol}$

الغاز المتبقى $n_{NH_3} > n_{HCl}$
هو NH_3

$n'_{NH_3} = 0.3 - 0.1$
متبقى = 0.2 mol

3] $P_t = \frac{n' \cdot R \cdot T}{V}$

$P_t = \frac{0.2 \times 0.082 \times 300}{3}$

$P_t = 1.64 \text{ atm}$

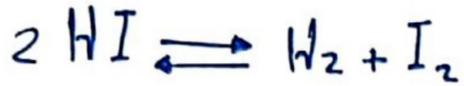
و منه عن توقف التفاعل

$$x = 0.05 \text{ mol l}^{-1}$$

$$[A] = [B] = 0$$

$$[C] = 2(0.05) = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

المعادلة (4):



$$1) k_p = k_c (RT)^{\Delta n}$$

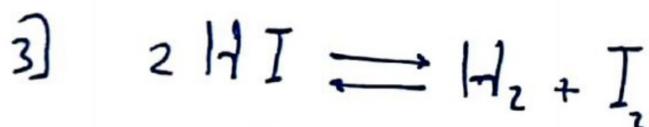
$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$\Rightarrow k_p = k_c$$

$$\Rightarrow k_c = \frac{1}{36}$$

$$2) [\text{HI}]_0 = \frac{n}{V} = \frac{0.4}{0.5}$$

$$[\text{HI}]_0 = 0.8 \text{ mol l}^{-1}$$



$$0.8 \quad 0 \quad 0$$

$$-2x \quad +x \quad +x$$

$$0.8 - 2x \quad x \quad x$$

$$k_c = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

$$\frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0.8 - 2x)^2}$$

بجذر الطرفين:

$$\frac{1}{6} = \frac{x}{0.8 - 2x}$$

$$6x = 0.8 - 2x$$

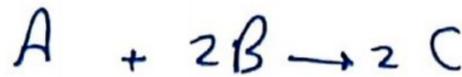
$$\Rightarrow x = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

3

$$v_0 = 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times 10^{-2}$$

$$v_0 = 5 \times 10^{-6} \text{ mol l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

2)



$$0.05 \quad 0.1 \quad 0$$

$$-x \quad -2x \quad +2x$$

$$0.05 - x \quad 0.1 - 2x \quad 2x$$

$$[C] = 0.02 \text{ mol l}^{-1}$$

$$2x = 0.02$$

$$x = 0.01 \text{ mol l}^{-1}$$

و منه:

$$[A] = 0.05 - 0.01$$

$$= 0.04 \text{ mol l}^{-1}$$

$$[B] = 0.1 - 2(0.01)$$

$$= 0.08 \text{ mol l}^{-1}$$

و منه:

$$v = 10^{-2} (0.04)(0.08)^2$$

$$v = 4 \times 10^{-4} \times 64 \times 10^{-4}$$

$$v = 256 \times 10^{-8} \text{ mol l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

3)

$$v = 0$$

$$k[A] \cdot [B]^2 = 0$$

$$k \neq 0$$

$$[A] = 0$$

$$[B] = 0$$

$$0.05 - x = 0$$

$$0.1 - 2x = 0$$

$$x = 0.05 \text{ mol l}^{-1}$$

$$x = 0.05 \text{ mol l}^{-1}$$

و منه:

$$[C] = 2(0.05)$$

$$= 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

3)

$$[A] = \frac{[A]_0}{2}$$

$$\Rightarrow [A] = 0.2 \text{ mol l}^{-1}$$

$$0.4 - 2x = 0.2$$

$$2x = 0.2$$

$$x = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

و منه:

$$[B] = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

$$v = k[A]^2 \cdot [B]$$

$$v = 10^{-2} (0.2)^2 (0.1)$$

$$v = 4 \times 10^{-5} \text{ mol l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

المعادلة (3):

حجم المزيج 2:

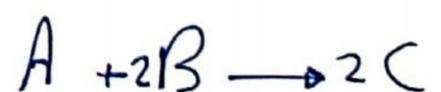
$$V' = 200 + 200 = 400 \text{ ml}$$

$$[A]_0 = \frac{n}{V'} = \frac{c \cdot V}{V'}$$

$$[A]_0 = \frac{0.1 \times 200}{400} = 0.05 \text{ mol l}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{n}{V'} = \frac{c \cdot V}{V'}$$

$$[B]_0 = \frac{0.2 \times 200}{400} = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

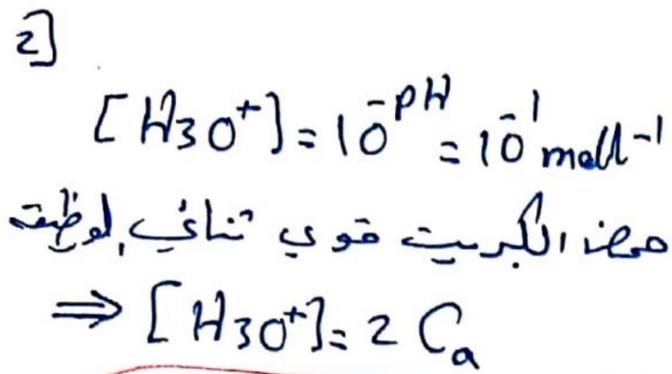
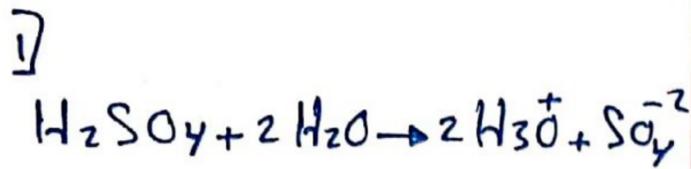


$$1) v_0 = k[A]_0 \cdot [B]_0^2$$

$$v_0 = 10^{-2} (0.05)(0.1)^2$$

النموذج (3)

السؤال (1)



$C_a = \frac{[H_3O^+]}{2} = 0.05 \text{ mol l}^{-1}$

3] $m = C \cdot M \cdot V$

$M_{H_2SO_4} = 2 + 32 + 64 = 98 \text{ g mol}^{-1}$

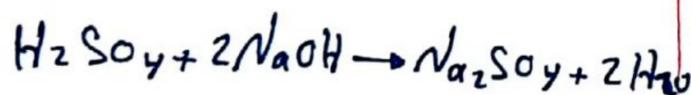
$\Rightarrow m = 0.05 \times 98 \times 2 \times 10^{-1}$

$m = 0.98 \text{ g}$

4]

NaOH	H ₂ SO ₄
C ₂ = ?	C ₁ = 0.05 mol l ⁻¹
V ₂ = 25 ml	V ₁ = 5 ml

a)



b)

$2n_{H_2SO_4} = n_{NaOH}$

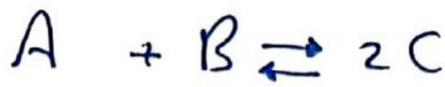
$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$

$2 \times 0.05 \times 5 = C_2 \times 25$

$\Rightarrow C_2 = 0.02 \text{ mol l}^{-1}$

4

2]



0.2	0.2	0
-x	-x	+2x
0.2-x	0.2-x	2x

$k_c = \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]}$

$4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$

بخذ - الطرفين

$2 = \frac{2x}{0.2-x}$

$2x = 0.2 - 2x$

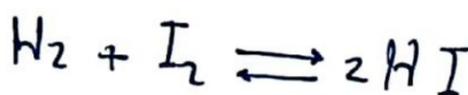
$x = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$

نوضر

$[A] = [B] = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$

$[C] = 0.2 \text{ mol l}^{-1}$

السؤال (6)



$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$

$[HI] = \frac{n}{V} = \frac{0.08}{2} = 0.04 \text{ mol l}^{-1}$

$[H_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.04}{2} = 0.02 \text{ mol l}^{-1}$

$[I_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ mol l}^{-1}$

$\Rightarrow Q = \frac{(0.04)^2}{(0.02)(0.01)}$

$Q = \frac{16 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 8$

$Q < k_c \Rightarrow$ التفاعل غير متوازن في اتجاه التفاعل الأمامي

متوازن في اتجاه التفاعل الأمامي

نوضر

$[HI] = 0.8 - 2(0.1) = 0.6 \text{ mol l}^{-1}$

$[H_2] = [I_2] = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$

4]

إذا 0.8 mol l⁻¹ يتفكك منها 2x
 إذا 100 mol l⁻¹ يتفكك منها y

$y = \frac{2x \times 100}{0.8}$

$y = \frac{0.2 \times 100}{0.8} = 25 \text{ mol l}^{-1}$

النسبة المئوية 25%

5] لا يؤثر تغير الضغط

على حالة التوازن لا يؤثر

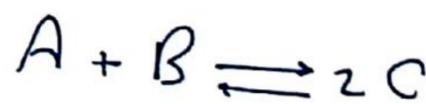
على كمية المواد المتفاعلة وذلك

لأن عدد المولات الغازية

المتفاعلة يساوي عدد

المولات الغازية الناتجة.

السؤال (5)



$[A]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol l}^{-1}$

$[B]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol l}^{-1}$

$k_c = \frac{k_1}{k_2} = \frac{8 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}}$

$\Rightarrow k_c = 4$

$k_p = k_c (RT)^{\Delta n}$

$\Delta n = 2 - 2 = 0 \Rightarrow k_p = k_c = 4$

$$0.1 = 0.02 V_2$$

$$V_2 = \frac{0.1}{0.02} = \frac{5}{1} = 5 \text{ ml}$$

3] pH = 7

لذات الأيونات المتساوية

صيا ديج لا تتضاعف مع الملاء

4) المصغر: اذرنه يرم

البيدول.

لذات صداداه (6 → 7.6) بجوي

pH يذرنه الملاء ية.

5] $n = n$ قبل

$$C \cdot V = C' \cdot V'$$

$$0.05 \times 10 = 0.005 \times \check{V}$$

$$\check{V} = \frac{5 \times 10^1}{5 \times 10^{-3}} = 100 \text{ ml}$$

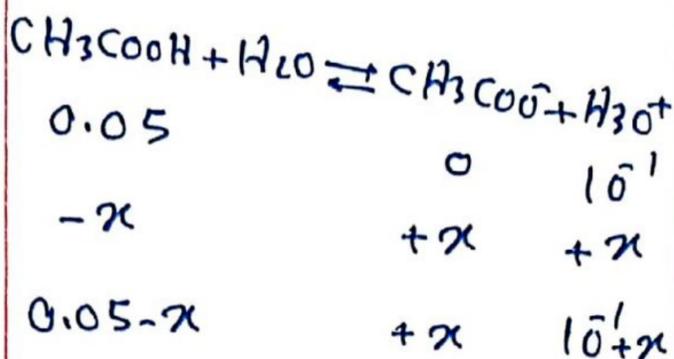
و صند

$$V_{H_2O} = \check{V} - V = 100 - 10$$

$$V_{H_2O} = 90 \text{ ml}$$

4]

$$[H_3O^+] = [HCl] = 10^{-1} \text{ mol l}^{-1}$$



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x(10^{-1}+x)}{0.05-x}$$

تدنا x ملاء 10^{-1} و 0.05

لصغر

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{x \times 10^{-1}}{0.05}$$

$$\Rightarrow x = \frac{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2}}{10^{-1}}$$

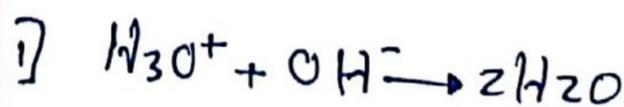
$$x = 10^{-5} \text{ mol l}^{-1}$$

و صند

$$[CH_3COO^-] = 10^{-5} \text{ mol l}^{-1}$$

1] لذة (3):

KOH	NaOH	H ₂ SO ₄
V = 2 ml	V = ?	V = 10 ml
C = 0.05	C = 0.02	C = 0.01 mol l ⁻¹



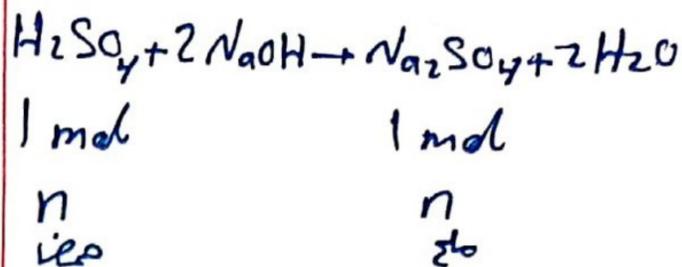
2] $2n_{H_2SO_4} = n_{NaOH} + n_{KOH}$

$$2 C_1 \cdot V_1 = C_2 V_2 + C_3 V_3$$

$$2 \times 0.01 \times 10 = 0.02 V_2 + 0.05 \times 2$$

$$0.2 = 0.02 V_2 + 0.1$$

c]



$$\Rightarrow n_{ص} = n_{ص}$$

$$C_s \cdot V_s = C_1 \cdot V_1$$

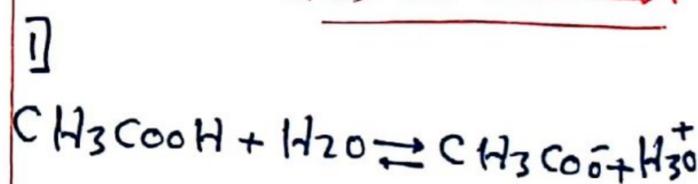
$$\Rightarrow C_s = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_s}$$

$$V_s = V_1 + V_2 = 5 + 25 = 30 \text{ ml}$$

$$\Rightarrow C_s = \frac{0.05 \times 5}{30}$$

$$C_s = \frac{0.25}{30} = \frac{1}{120} \text{ mol l}^{-1}$$

1] لذة (2):



CH₃COOH / CH₃COO⁻

H₃O⁺ / H₂O

2] $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$

$$= \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$$

3] $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$

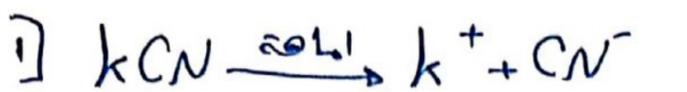
$$\alpha = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = \frac{10^{-1}}{5}$$

$$\Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-2}$$

5]

المسألة (4)

المسألة (1):



K^+ ثابت
 CN^- يتحلل وعضو الماء

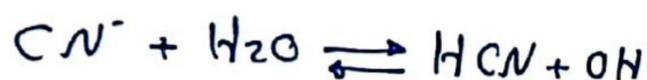


2] $k_a \cdot k_h = k_w$

$$k_h = \frac{k_w}{k_a} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}}$$

$$\Rightarrow k_h = \frac{10^{-4}}{5} = 2 \times 10^{-5}$$

3]



0.05	0	0
-x	+x	+x
0.05-x	x	x

$$k_h = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05-x}$$

تبدل لصفحة

$$x^2 = 2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2}$$

$$x^2 = 10^{-6}$$

$$x = 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$$

$$n_{HCl} = 2 n_{Na_2CO_3}$$

$$C_1 \cdot V_1 = 2 C_2 \cdot V_2$$

$$0.4 \times 50 = 2 C_2 \times 100$$

$$C_2 = \frac{0.4 \times 50}{200}$$

$$C_2 = 0.1 \text{ mol l}^{-1}$$

3] $m = C \cdot M \cdot V$

$$M_{Na_2CO_3} = 46 \times 2 + 48 = 106 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow m = 0.1 \times 106 \times 100 \times 10^{-3}$$

$$m = 1.06 \text{ g}$$

4]

1.06g قوي 4.24g م

xg قوي 100g م

$$x = \frac{100 \times 1.06}{4.24}$$

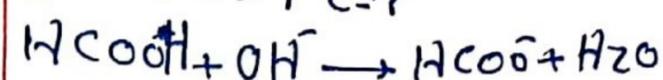
$$x = \frac{100}{4} = 25 \text{ g}$$

نسبة Na_2CO_3 : 25%

نسبة $NaCl$: 75%

المسألة (4)

$\frac{HCOOH}{V=80}$	$\frac{NaOH}{V=100}$
$C=0.5$	$C=?$



2]

$$n_{HCOOH} = n_{OH^-}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0.5 \times 80 = C_2 \times 100$$

$$\Rightarrow C_2 = 0.4 \text{ mol l}^{-1}$$

3] $m = C \cdot M \cdot V$

$$M_{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m = 0.4 \times 40 \times 100 \times 10^{-3}$$

$$m = 1.6 \text{ g}$$

4]

$m = m - m$
نقية عينة

$$= 2 - 1.6 = 0.4 \text{ g}$$

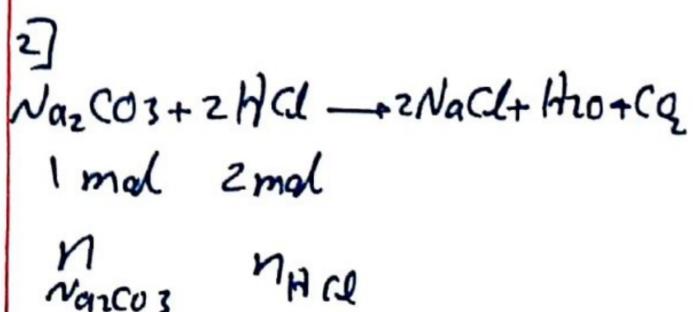
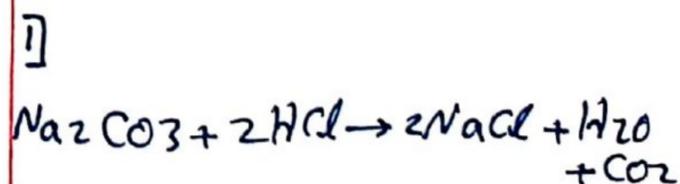
م 2g قوي 0.4g حوائب

م 100g قوي xg حوائب

$$x = \frac{100 \times 0.4}{2} = 20 \text{ g}$$

النسبة المئوية : 20%

المسألة (5)



$$[Cl^-] = \frac{0.1 \times 400}{500} = 0.08 \text{ mol}^{-1}$$

$$Q = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2$$

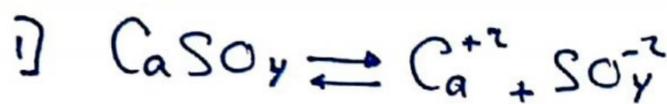
$$Q = (0.01)(0.08)^2$$

$$Q = 64 \times 10^{-6}$$

$$k_{sp} < Q \leftarrow \text{المركب قد لا يتكون}$$

المركب قد يتكون من الملح.

المسألة (4)



$$2] S = \frac{S_{\text{g/L}}}{M}$$

$$M_{\text{CaSO}_4} = 40 + 32 + 64 = 136 \text{ g mol}^{-1}$$

$$S = \frac{0.68}{136} = \frac{10^{-2}}{2}$$

$$S = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-1}$$



$$S \quad 0 \quad 0$$

$$k_{sp} = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$$

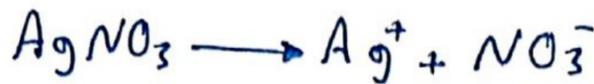
$$k_{sp} = S^2 = (5 \times 10^{-3})^2$$

$$\Rightarrow k_{sp} = 25 \times 10^{-6}$$

7

$$[Ag^+] = [Cl^-] = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1}$$

3]



$$[Ag^+] = [AgNO_3] = 1.5 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1}$$

$$[Ag^+]_{\text{المجموع}} = (2.5 \times 10^{-5}) + (1.5 \times 10^{-5}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1}$$

$$Q = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

$$= 4 \times 10^{-5} \times 2.5 \times 10^{-5}$$

$$= 10 \times 10^{-10}$$

$$k_{sp} < Q \leftarrow \text{المركب قد لا يتكون}$$

وتمرير المركب من الملح

المسألة (3)

معدلة، لتوازن غير المتجانس
للمركب $PbCl_2$



لتوجد $[Cl^-]$ و $[Pb^{2+}]$

جهد المزدوج

$$V = 100 + 400 = 500 \text{ ml}$$

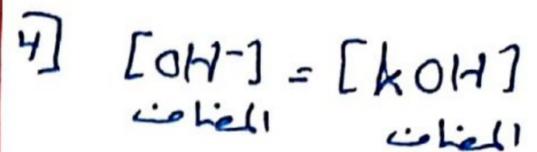
$$[Pb^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{C \cdot V}{V}$$

$$= \frac{0.05 \times 100}{500} = 0.01 \text{ mol}^{-1}$$

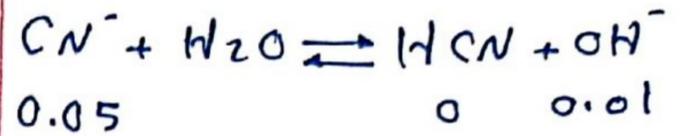
$$[Cl^-] = \frac{n}{V} = \frac{C \cdot V}{V}$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH}$$

$$\Rightarrow pOH = 3$$



$$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-2} \text{ mol}^{-1}$$



$$0.05 \quad 0 \quad 0.01$$

$$-x \quad +x \quad +x$$

$$0.05 - x \quad x \quad 0.01 + x$$

$$K_h = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x(0.01 + x)}{0.05 - x}$$

$$x \ll 0.01 \text{ و } x \ll 0.05$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{x(0.01)}{0.05}$$

$$x = \frac{2 \times 10^{-5} \times 0.05}{0.01}$$

$$x = 10^{-4} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow [HCN] = 10^{-4} \text{ mol}^{-1}$$

المسألة (2)



$$S \quad 0 \quad 0$$

$$0 \quad S \quad S$$

$$k_{sp} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

$$6.25 \times 10^{-10} = S^2$$

$$\Rightarrow S = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1}$$